

Réponses de la fréquence cardiaque au cours des matchs chez les footballeurs juniors algériens.

Arafa Mohamed 1, Negaz Mohamed ¹,

¹ Département d'éducation physique et sportive, Université Hadj Lakhdar -Batna

Objectif: L'objectif de cette étude est de déterminer les effets de la charge compétitive durant un match réel de football sur les réponses de la fréquence cardiaque chez les joueurs juniors.

Méthodes: 51 footballeurs ont participé à cette étude (âge: 19.1 ± 0.10 ans; poids: 68.2 ± 0.76 kg, taille: 175.5 ± 0.59 cm) (valeurs moyennes \pm SEM) répartis en 19 Défenseurs, 16 Milieux de terrain et 16 Attaquants. Les fréquences cardiaques de chaque sujet ont été enregistrées durant des matchs officiels de football l'aide des cardiofréquence-mètres (Polar Accurex PlusTM).

Résultats: Les fréquences cardiaques au cours du match décrivent des courbes en dents de scie ce profil de variation est commun à tous les joueurs quel que soit leurs postes de jeu. La fréquence cardiaque moyenne du match de tous nos footballeurs est de 166.1 ± 0.39 batts.min⁻¹ (SEM), les défenseurs : 161.7 ± 0.52 batts.min⁻¹, les milieux de terrain : 170 ± 0.60 batts.min⁻¹, les attaquants : 167.7 ± 0.45 batts.min⁻¹. L'analyse par poste de jeu révèle qu'au cours du match, les milieux de terrain et les attaquants ont des valeurs plus élevées que celles des défenseurs ($p < 0.001$, $p < 0.001$, respectivement). D'autre part, les fréquences cardiaques diminuent significativement au cours de la deuxième mi-temps par rapport à la première chez les défenseurs et les milieux de terrain ($p < 0.01$, $p < 0.001$, respectivement). La distribution des fréquences cardiaques montre que la plus grande proportion est répartie dans l'intervalle de $160-170$ batts.min⁻¹ chez les défenseurs et attaquants. Par contre, chez les milieux de terrain, les fréquences cardiaques occupent l'intervalle de $170-180$ batts.min⁻¹.

Conclusion: Notre étude a permis de montrer que la fréquence cardiaque présente un bon indice des effets de la charge compétitive en football mettant en évidence le caractère intermittent des actions de jeu, l'influence des postes de jeu et les effets cumulés du match.

Mots clés : Fréquence cardiaque, match de football, postes de jeu.

Introduction

L'évolution des caractéristiques du jeu compétitif en football a entraîné, au cours de ces dernières années, de profondes révisions, parfois radicales, dans les conceptions de certains aspects de l'entraînement et de la formation du joueur. Actuellement, les contenus d'entraînements s'appuient de plus en plus sur les exigences imposées par le match et le niveau des capacités du joueur (Cazorla et Farhi, 1998). Ainsi, la performance en football dépend des stratégies mises en jeu par chaque joueur et de ses capacités énergétiques de telle sorte qu'il soit présent au bon moment, là où l'exige chaque phase du jeu, pour manifester toutes ses qualités techniques. L'étude du profil des exigences physiques et physiologiques chez les joueurs de haut niveau constitue une approche qui permet de suggérer, en conséquence, les orientations les mieux adaptées à la préparation du futur footballeur de haut niveau (Cazorla et Farhi, 1998). Nombreuses études ont analysé la charge physiologique relative aux aspects techniques du jeu individuel et collectif chez le footballeur de haut niveau, mais il existe peu de données sur les réponses de la fréquence cardiaque. Au cours des compétitions de haut niveau, les footballeurs fournissent des efforts considérables lors de actions offensives et défensives (sauts, tirs, sprints, tacles, frappe de tête,...). Les joueurs couvrent en moyenne une distance de 10 à 11 km à des vitesses de course variables et une grande proportion des actions sont exécutées à une vitesse maximale (Ekblom, 1986 ; Bangsbo, 1994). Ces actions intenses augmentent les besoins en énergie et mobilisent hautement le système cardiovasculaire en particulier en situation de jeu compétitif. L'étude des fréquences cardiaques peut nous informer sur les états de développement physiologique et d'entraînement des footballeurs (Capranica et coll., 2001) et constitue de ce fait un moyen rationnel de préparation sur des bases biologiques. Par ailleurs, la spécificité du jeu chez les footballeurs impose des contraintes physiques particulières propres à chaque poste de jeu (Afriat et coll., 2001 ; Ali et Farrally, 1991). En se basant sur la distance parcourue, la proportion des exercices intenses et le VO₂ max ; les joueurs du milieu de terrain et les attaquants se distinguent des autres groupes par les valeurs les plus élevées (Thomas et Reilly, 1976 ; Ekblom, 1986 ; Cazorla et Farhi, 1998). De plus, Al-Hazza et Chukwuemeka (2001) ont montré que la cavité ventriculaire cardiaque et consommation maximale d'oxygène plus élevées chez les milieux de terrain. L'objectif de cette présente étude est d'évaluer les réponses de la fréquence cardiaque chez les footballeurs en situation de jeu compétitif en comparant les réponses par rapport aux périodes de jeu ainsi que par position de jeu.

Méthodes

Sujets

51 footballeurs juniors de niveau national 1 et 2 ont participé à cette étude (âge : 19 ± 0.1 ans ; poids : 68.2 ± 0.76 kg et taille : 175.5 ± 0.59 cm) (SEM). Ces footballeurs sont divisés en 19 défenseurs (âge : 19.1 ± 0.16 ans ; poids : 70.7 ± 1.09 kg et taille : 178.5 ± 0.8 cm), 16 milieux de terrain (âge : 18.9 ± 0.19 ans ; poids : 65.6 ± 1.32 kg et taille :

172.6± 0.75 cm) et 16 attaquants (âge : 19.2± 0.19 ans ; poids: 68.8± 1.24 kg et taille : 175.3± 0.91 cm). Ces footballeurs s'entraînent régulièrement quatre séances par semaine en plus de la compétition hebdomadaire. De plus, il est à signaler que la majorité de ces joueurs ont un vécu sportif d'au moins sept années de pratique sportive régulière.

Equipement de mesure

Le matériel utilisé pour enregistrer la fréquence cardiaque est le cardiofréquence-mètre (Polar Accurex Plus™, Orec, France) qui permet un enregistrement instantané de la fréquence cardiaque par le biais d'un système téléométrique basé sur le principe d'émission et de réception. Il est constitué d'une montre en plastique placée dans le poignet du sujet et une plaque d'électrodes attachée à une ceinture placée à la poitrine du joueur sous le maillot. Les électrodes envoient les signaux électriques de l'activité du cœur vers la montre qui reçoit les informations et dispose d'une mémoire permettant l'enregistrement des fréquences cardiaques pendant plusieurs heures. Les données mémorisées de la fréquence cardiaque sont transmises au PC grâce à un logiciel d'exploitation (Polar Training Advisor Software).

Protocole expérimental

La fréquence cardiaque a été mesurée chaque minute de jeu durant des matchs de championnat national algérien de la catégorie juniors. Le joueur porte le cardiofréquence-mètre avant le début du match et l'enregistrement commence avec le début de l'échauffement. En parallèle, nous avons élaboré une fiche d'observation spéciale pour suivre minutieusement les temps de début du match, la fin de la première mi-temps, le début de la deuxième mi-temps et la fin du match. La détermination de ces paramètres se fait grâce à un chronomètre réglé à heure identique avec les montres des cardiofréquence-mètres portées par les joueurs, cela nous permet d'exploiter avec précision les données réelles de chaque période de jeu et d'éliminer les fréquences cardiaques mesurées lors de l'échauffement, à l'inter mi-temps et de l'après match.

Calculs statistiques

Les résultats obtenus lors de cette étude sont exprimés en valeurs moyennes ± SEM. Lorsqu'il s'agit de comparaison des résultats pour un même groupe comme à titre d'exemple la comparaison des données de la première mi-temps avec celles de la deuxième mi-temps des footballeurs, le test t de Student (Paired Test) est utilisé lorsque les conditions d'application sont réunies. De la même façon, la comparaison des résultats pour deux groupes différents comme par exemple comparer les données des défenseurs par rapport aux attaquants, le test t de Student (Impaired Test) est choisi lorsque les conditions d'application sont réunies. Lorsque les conditions de normalité de la distribution et d'égalité des variances ne sont pas réunies, le Mann-Witney Rank Sum Test ainsi que Wilcoxon Signed Sum Rank Test non paramétriques sont utilisés. Les données ont été exploitées au moyen de l'office Excel 7.0 ainsi que le logiciel Jandel Scientific Package (Sigma Stat et Sigma Plot, Germany). Le seuil de signification statistique est fixé à p<0.05.

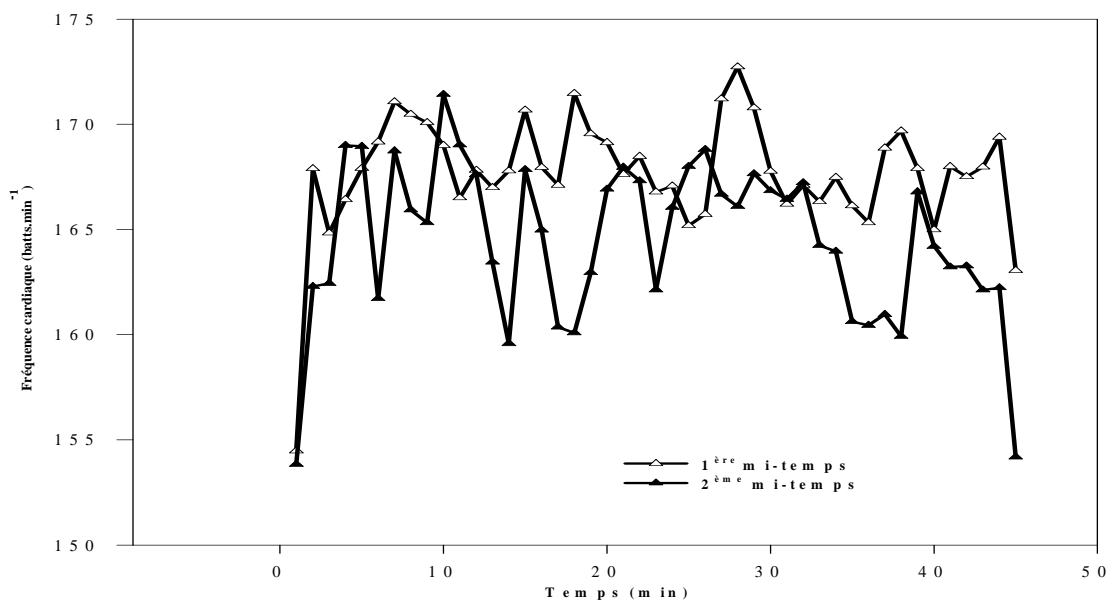
Résultats

L'évolution des fréquences cardiaques au cours des matchs de football se caractérise par une forme de dent de scie avec une tendance à une croissance suivie par un abaissement très lent selon un rythme irrégulier (figure 1). Cela est observé durant les deux mi-temps du match et chez tous nos joueurs quel que soit leur poste de jeu. La fréquence cardiaque moyenne de tout le match chez nos footballeurs est de 166.1± 0.39 batts.min⁻¹ (167.7± 0.42 batts.min⁻¹ en 1^{ère} mi-temps et 164.4 ± 0.57 batts.min⁻¹ en 2^{ème} mi-temps). Les résultats obtenus selon les postes de jeu et les mi-temps du match sont mentionnés dans le tableau 1.

Tableau 1. Fréquences cardiaques moyennes de tout le match et par mi-temps chez les footballeurs par postes de jeu.

	1^{ère} mi-temps	2^{ème} mi-temps	Tout le match
Défenseurs	163.1± 0.6	160.2± 0.8	161.7± 0.52
Milieux de terrain	172.5± 0.69	167.5± 0.71	170± 0.6
Attaquants	168.3± 0.48	167.1± 0.77	167.7± 0.45

Figure 1. Fréquences cardiaques moyennes mesurées chaque minute de jeu lors des matchs de football chez les joueurs juniors algériens.



L'analyse par mi-temps du match révèle une diminution significative de la valeur moyenne de la 2^{ème} mi-temps du match par rapport à la première ($P < 0.001$) chez tous nos footballeurs. Cette diminution est observé aussi chez les joueurs de différentes positions notamment chez les défenseurs et milieux de terrain ($P < 0.01$ et $P < 0.001$; respectivement) à l'exception des joueurs attaquants.

La comparaison des fréquences cardiaques moyennes par postes de jeu montre que les défenseurs atteignent des valeurs plus faibles par rapport aux joueurs d'autres positions ($P < 0.001$) sur la totalité du match et lors des deux mi-temps du match. Les milieux de terrain ont obtenu des valeurs significativement plus élevées par rapport aux attaquants ($P < 0.001$) durant la globalité du match ainsi qu'au cours de 1^{ère} mi-temps du match.

La répartition des fréquences cardiaques par intervalles de 10 battements montre qu'une forte proportion se trouve au niveau de l'intervalle 161-170 batts.min^{-1} avec 80% en 1^{ère} mi-temps et 88,89% durant la 2^{ème} mi-temps du match chez nos footballeurs juniors. L'analyse par poste de jeu est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Pourcentage des fréquences cardiaques moyennes du match, réparties dans des intervalles de 10 battements.

		Proportions (%)				
		141-150	151-160	161-170	171-180	181-190
Tous les footballeurs	1 ^{ère} mi-temps	-	2.22%	80%	17.78%	-
	2 ^{ème} mi-temps	-	8.89%	88.89%	2.22%	-
Défenseurs	1 ^{ère} mi-temps	-	24.44%	73.33%	2.22%	-
	2 ^{ème} mi-temps	4.44%	42.22%	51.11%	-	-
Milieux de terrain	1 ^{ère} mi-temps	-	2.22%	15.56%	77.78%	4.44%
	2 ^{ème} mi-temps	-	6.67%	57.77%	35.56%	-
Attaquants	1 ^{ère} mi-temps	-	2.22%	73.33%	24.44%	-
	2 ^{ème} mi-temps	-	8.89%	64.44%	26.67%	-

Par ailleurs, la moyenne des fréquences cardiaques de pic enregistrées lors du match de football est de 197.57 ± 1.42 batts.min⁻¹ (valeur moyenne de tout le match), elle est de 195.14 ± 1.45 batts.min⁻¹ durant la 1^{ère} période et 193.64 ± 2.05 batts.min⁻¹ durant la 2^{ème} période du match chez l'ensemble des footballeurs. Il n'existe à ce titre aucune différence significative de ces valeurs moyennes de pic entre les deux mi-temps du match. De la même manière, l'analyse par poste de jeu ne présente pas de différence jugée significative ni entre les mi-temps de match, ni entre les joueurs de différentes positions.

Discussion

La variation des fréquences cardiaques chez nos footballeurs tous postes confondus durant le match se caractérise par une alternance de phases successives de croissance aiguë et de décroissance en pente raide. Cette cinétique en dent de scie traduit le caractère intermittent typique de l'exercice en football (Ekblom, 1986 ; Pereira, 2002 ; Bangsbo et coll., 1991), se caractérisant par diverses actions rapides et puissantes telles que les passes, tacles, courses, tirs, sauts (Sözen et coll., 2000 ; Pereira, 2002) entrecoupées de périodes relativement moins intenses et d'arrêts. Ces précédents efforts sollicitent le système cardiovasculaire de façon non uniforme. Il existe peu de données publiées sur les réponses des fréquences cardiaques chez des footballeurs adultes. Les valeurs moyennes habituellement rapportées par position de jeu chez des footballeurs professionnels et semi professionnels semblent globalement plus élevées que celles observées chez nos footballeurs (Ali et Farrally, 1991). Par ailleurs, nos données montrent un abaissement des fréquences cardiaques moyennes durant la deuxième mi-temps chez l'ensemble des groupes de joueurs. Ces résultats confirment la tendance déjà rapportée dans d'autres études (Capranica et coll., 2001 ; Ali et Farrally, 1991) traduisant l'état de fatigue du aux effets cumulés des efforts et l'incapacité des joueurs à fournir des efforts très intenses. Quoi qu'il en soit, ce type de variation de la fréquence cardiaque chez nos footballeurs durant le match semble être similaire à celui déjà rapportée par Ekblom (1986).

Les variations de la fréquence cardiaque durant chaque mi-temps du match chez les footballeurs par poste de jeu est similaire à ce qui a été décrit auparavant à l'exception des milieux de terrain qui enregistrent des valeurs élevées de la fréquence cardiaque à la fin de chaque mi-temps, traduisant une plus grande capacité à soutenir leurs efforts tout au long de la mi-temps. Les milieux de terrain sont connus pour dépenser plus d'énergie ainsi qu'ils ont la plus haute consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) que les autres groupes de joueurs (Reilly, 1997 ; Wisloff et coll., 1998 ; Chatard, 1998) justifiant les réponses élevées de la fréquence cardiaque (Ali et Farrally, 1991). Quant à la similitude dans le profil de variation en alternance des fréquences cardiaques, elle est commune à tous les joueurs quelle que soit la position de jeu qu'ils occupent durant le match (Ekblom, 1986) en raison du caractère intermittent des exercices durant le match en football.

La fréquence cardiaque moyenne obtenue au cours du match chez tous les joueurs confondus (166.1 ± 3.71 batts.min⁻¹) est proche de la valeur de 165 batts.min⁻¹ rapportée par certains auteurs (Florida-James et Reilly, 1995 ; Reilly, 1997). Cette valeur semble, toutefois, changer en fonction de l'enjeu du match. Ainsi, il a été observé une moyenne de 161 batts.min⁻¹ lors d'un match amical et 169 batts.min⁻¹ lors d'un match simulé de football (Ogushi et coll., 1993 ; Ali et Farrally, 1991). Quant aux fréquences cardiaques moyennes obtenues durant des matchs de haut niveau, elles semblent être plus hautes. Quoi qu'il en soit, il a été rapportée des valeurs de $170-175$ batts.min⁻¹ lors de matchs compétitifs de haut niveau (Bangsbo, 1994 ; Ekblom, 1986). Ces différences avec notre étude peuvent être dues au niveau d'entraînement des joueurs, la qualité des matchs et l'intensité très élevée qui caractérise le football de haut niveau.

L'analyse de la fréquence cardiaque chez les footballeurs par poste de jeu montre des différences entre les postes de jeu. Les milieux de terrain ont en général les plus hautes valeurs par rapport aux attaquants et défenseurs. Différents auteurs (Gaasvaer et Mamen, 2002 ; Ali et Farrally, 1991) ont fait des observations similaires chez des footballeurs semi-professionnels et universitaires. Par contre, chez des joueurs pratiquant le football de loisir, la fréquence cardiaque est plus élevée chez les attaquants par rapport aux joueurs du milieu, avec les valeurs les plus faibles chez les défenseurs. Relativement aux postes de jeu, nos joueurs ont donc des réponses cardiaques caractéristiques des footballeurs de bon niveau. Ces différences entre les postes de jeu peuvent être expliquées par leur rôle dans le jeu. En effet, les défenseurs sont généralement exposés à moins de stress physiologique durant les matchs de football (Ali et Farrally, 1991). Cependant, les milieux de terrain fournissent des efforts intenses et parcourent une plus grande distance (Reilly et Thomas, 1976 ; Ekblom, 1986) sollicitant hautement le système cardiovasculaire. Néanmoins, la tendance à l'abaissement de la fréquence cardiaque au cours la deuxième mi-temps est similaire chez les milieux de terrain et les défenseurs. Ces résultats sont en accord avec les précédentes études (Ali et Farrally, 1991 ; Gaasvaer et Mamen, 2002). La similitude des réponses cardiaques entre les joueurs du milieu de terrain et attaquants durant la deuxième mi-temps peut être expliquée par une tendance similaire au jeu offensive contrairement à la première mi-temps où le jeu est concentré dans la zone médiane, sollicitant ainsi d'avantage la capacité cardiovasculaire des milieux de terrain. Le profil de variation au cours du match chez les attaquants est en contradiction avec les études

antérieures (Gaasvaer et Mamen, 2002) qui montrent que l'abaissement de la fréquence cardiaque durant la deuxième mi-temps est une tendance commune à tous les joueurs quel que soit son poste et sa qualification (Gaasvaer et Mamen, 2002 ; Ali et Farrally, 1991). L'apparition de la fatigue et le score du match sont autant de facteurs susceptibles d'abaisser le niveau de sollicitation des capacités physiques et en particulier à la fin du match de football (Ali et Farrally, 1991). La distance parcourue (Ekblom, 1986 ; Bangsbo et coll., 1991 ; Rienzy et coll., 2000, Van Gool et coll., 1988) et la dépense du glycogène musculaire (Ekblom, 1986 ; Tumilty, 1993) diminuent considérablement en deuxième mi-temps du match traduisant une baisse d'activité et donc de la capacité à fournir un travail d'intensité similaire à celui de la première mi-temps. La fatigue joue un rôle important dans la réduction de l'intensité et de la capacité des joueurs à exploiter toutes leurs potentialités énergétiques et cardiovasculaires (Ali et Farrally, 1991) en deuxième mi-temps du match.

La répartition des fréquences cardiaques par intervalle de 10 battements confirme les précédentes observations qui montrent que le plus haut pourcentage se situe entre 160-170 batts.min⁻¹ pour l'ensemble du match. Ces données suggèrent que le match se déroule à une intensité de jeu élevée. Capranica et coll. (2001) rapportent que l'activité intense induit une élévation des fréquences cardiaques au-delà de 170 batts.min⁻¹ chez de jeunes footballeurs. Compte tenu de cela, on peut déduire que nos footballeurs ont travaillé à un niveau d'intensité inférieur, car les fréquences cardiaques de 170-180 batts.min⁻¹ représentent à 17.78% en première mi-temps et à peine 2.22% en deuxième mi-temps. Cela peut être expliqué par une plus grande proportion de périodes de repos actif et de courses à basse intensité durant la deuxième mi-temps du match (Reilly, 1997).

En dernier lieu, les fréquences cardiaques de pic (une moyenne de 197.57±1.43 batts.min⁻¹ avec des valeurs individuelles dépassant 200 batts.min⁻¹) sont proches de celles rapportées par Bankoff et coll. (2002). Ces derniers ont montré que les fréquences cardiaques de pic durant les matchs sont supérieures que celles obtenues dans des conditions de laboratoire. En effet, la fréquence cardiaque maximale déterminée chez des footballeurs lors d'une épreuve d'effort maximal en laboratoire était de 185 batts.min⁻¹ (Casajus, 2001). L'analyse des fréquences cardiaques maximales par poste de jeu montre des valeurs moyennes de 200.31± 2.21 batts.min⁻¹ chez les milieux de terrain, avec des valeurs proches chez les défenseurs et les attaquants. La similitude dans les réponses maximales de la fréquence cardiaque entre la première et deuxième mi-temps observée chez nos joueurs peuvent être expliquée par l'absence de différence dans les exercices intenses entre ces deux périodes de jeu et ce quel que soit les postes de jeu (Bangsbo et coll., 1991).

Conclusion

Les réponses de la fréquence cardiaque varient généralement au cours du match selon un profil cyclique biphasique reflétant le caractère intermittent de l'exercice du match en football. Ce profil des courbes est commun à tous les joueurs quel que soit le poste de jeu. Durant le match de football, les milieux de terrain ont les fréquences cardiaques les plus élevées, les défenseurs enregistrent des fréquences inférieures et les attaquants sont entre ces deux extrémités. Nous observons par ailleurs un abaissement marqué des fréquences cardiaques au cours de la deuxième mi-temps notamment chez les défenseurs et milieux de terrain. La fréquence cardiaque de pic est similaire chez les footballeurs par poste de jeu et durant les deux mi-temps du match.

Notre étude nous a permis de montrer que les réponses de la fréquence cardiaque constituent un bon index des effets de la charge de jeu en football, mettant en relief le caractère intermittent des actions, l'influence du poste de jeu et les effets cumulés au cours du match de football.

Références bibliographiques

1. **Afriat, P., Paganelli, S., Prou, E., Bernard, P.L., & Margaritis, I.** (2001). Evaluation physiologique des footballeurs de deux centres de formation. KS N° 413.
2. **Al-Hazzaa, H.M., & Chukwuemeka, A.C.** (2001). Echocardiographic dimensions and maximal oxygen uptake in elite soccer players. Saudi Med J, 22(4): 320-5.
3. **Ali, A., & Farrally, M.** (1991). Recording soccer players' heart rates during matches. J Sports Sci, 9(2): 183-9.
4. **Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F.** (1991). Activity profile of competition soccer. Can J Sport Sci, 16 (2): 110-116.
5. **Bangsbo, J.** (1994). The physiology of soccer—with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol Scand Suppl. 619: 1-155.

6. **Bankoff, A.D.P., De Marchi, F., Da Cruz, E.M., Moreira, S.M., De Moraes, A.C., & Zamai, C.A.** (2002). Study of the heart frequency in aboriginal individuals during a soccer game. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science, 24-28 July, Athens.
7. **Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L., & Figura, F.** (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *J Sports Sci*, 19(6): 379-84.
8. **Casajus, J.A.** (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41 (4): 463-9.
9. **Cazorla, G., & Farhi, A.** (1998). Football : exigences physiques et physiologiques actuelles. *Revue EPS n° 273*, 60-66.
10. **Chatard, J.C.** (1998). La physiologie du footballeur. *Revue Sport Med*, 16-21.
11. **Eklblom, B.** (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med*, 3(1): 50-60.
12. **Florida-James, G., & Reilly, T.** (1995). The physiological demands of Gaelic football. *Br J Sports Med*, 29 (1): 41-45.
13. **Gaasvaer, J.I., & Mamen, A.** (2002). Heart rate measurements during a soccer play. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science, 24-28 July, Athens.
14. **Ogushi, T., Ohashi, J., Nagahama, H., Isokawa, M., & Suzuki, S.** (1993). Work intensity during soccer match-play (a case study). In *Science and Football* (edited by Reilly T, Clarys J and Stibbe A), pp. 121-123. London: E. & F.N. Spon.
15. **Pereira, S.G.** (2002). Fitness testing and control of training process in soccer. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science, 24-28 July, Athens.
16. **Reilly, T.** (1997). Energetics of high- intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*, 15 (3): 257-263.
17. **Rienzy, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E., & Martin, A.** (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 40 (2): 162-9.
18. **Sozen, A.B., Akkaya, V., Demirel, S., Kudat, H., Tukek, T., Unal, M., Beyaz, M.M., Guven, O., & Korkut, F.** (2000). Echocardiographic findings in professional league soccer players. Effect of the position of the players on the echocardiographic parameters. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(2): 150-5.
19. **Thomas, V., Reilly, T.** (1976). Fitness assessment of English league soccer players through the competitive season. *British Journal of Sports Medicine*, 13: 103-109.
20. **Tumilty, D.** (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*, 16 (2): 80-96.
21. **Van Gool, D., Van Gerven, D., & Boutmas, J.** (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In *Science and Football* (edited by Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy W), pp. 51-59. London: E. & F.N. Spon.
22. **Wisloff, U., Helgerud, J., & Hoff, J.** (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 30 (3): 462-7.