

FARKLI SKOR SİSTEMLERİNE BADMİNTON OYUNCULARININ FİZYOLOJİK VE METABOLİK CEVAPLARI

Mert AYDOĞMUŞ *

Ömer ŞENEL *

Neslihan BUKAN **

Nevin ATALAY GÜZEL *

ÖZET

Çalışmanın amacı; badmintonda iki farklı (3x15, 5x7) sayı sistemine (tek erkekler kategorisinde) elit erkek oyuncuların fizyolojik ve metabolik cevaplarının incelenmesidir. Araştırmaya Türk Milli Takımında yer alan 10 erkek badminton oyuncusu gönüllü olarak katılmıştır. Denekler güç sıralaması esas alınarak eşleştirilip iki gün arayla her iki sayı sistemi ile birer maç yaptırılmıştır. Bu maçlar sırasında deneklerin kalp atım hızları (KAH), Polar telemetrik monitörlerle kaydedildi. Deneklerin serum laktat (Nova Kangazı Cihazı) ve serum glukoz (Technican Dax 48 Otoanalizör) düzeyleri maç öncesi ve sonrası olacak şekilde, serum CK (Aeroset Biyokimyasal Otoanalizör) düzeyleri ise maç öncesi, sonrası ve 24 saat sonrası olacak şekilde önkoldan alınan venöz kanlarda belirlendi. Elde edilen veriler SPSS Paket programda paired-t test ile analiz edildi .

Çalışmanın sonunda 3x15 sayı sistemindeki maçlar ortalama 33.78 dk sürerken, 5x7 sayı sistemindeki maçlar ortalama 27.21dk sürmüştür. KAH açısından iki sayı sistemi arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Serum glukoz ve laktat konsantrasyonları maç sonrasında anlamlı artışlar gösterirken, iki sayı sistemi karşılaştırıldığında farklar anlamlı değildir. CK değerlerinde ise iki farklı sayı sisteminde anlamlı bir fark bulunmazken, 3x15 sayı sisteminde maç öncesi (193.1±28.9), sonrası (259.5±51.5) ve 24 saat sonrası (219.1±32.2) değerler arasında anlamlı fark bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen veriler, 3x15 sayı sisteminde gerek müsabaka süresinin daha uzun oluşu, gerekse KAH ortalamalarının ve CK düzeyindeki artışın daha yüksek oluşu nedeniyle, bu sayı sisteminde oyuncuların daha fazla metabolik strese maruz kaldıkları sonucunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler: Badminton, Kreatin Kinaz, Laktat, Glukoz

Geliş tarihi: 14.04.2006; Yayına kabul tarihi: 25.09.2006

* G.Ü.Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ANKARA

** G.Ü.Tıp Fak. Biyokimya ABD, ANKARA

PHYSIOLOGIC AND METABOLIC RESPONSES OF BADMINTON PLAYERS TO DIFFERENT SCORING SYSTEMS

SUMMARY

The purpose of this study is to examine the changes in fatigue parameters and creatine kinase (CK) levels of elite male badminton players caused by two different scoring system (3x15, 5x7 in single men's category) comparing the set and match times and heart rates (HR) to determine the some metabolic stress indicator levels.

Ten Turkish national badminton players were volunteered. The players were coupled according to their ranking orders and they played a match with two different scoring systems each in two days period. The heart rates of the players were monitored with telemetric monitors. The blood lactate and glucose levels of the players were determined prior and after the matches. The serum pre-, post- and 24 after the match CK plasma levels were also determined by the use of same blood samples. The data obtained were analyzed by using paired-t test in SPSS package program.

The differences between the two scoring system was not significant as regards to HR values. Post match plasma glucose and lactate levels showed increases but these increments were not significant as regards to two different scoring systems. Although there was no significant difference between two scoring system in CK values, in 3x15 scoring system there were significant differences between the pre-match, post-match and 24 hours after the match values.

The data obtained in this study revealed that 3x15 system caused higher some metabolically stress indicators on the players due to prolonged competition time and elevated average HR and CK levels.

Key words: *Badminton, creatine kinase, laktate, glucose*

GİRİŞ VE AMAÇ

Badminton; yüksek yoğunlukta seyreden, uzun süreli ve içerisine dinlenme periyotlarının serpiştirildiği bir spor aktivitesidir⁽⁶⁾. Diğer raketli spor dallarında olduğu gibi badmintonda da sürat, dayanıklılık, kuvvet, koordinasyon, reaksiyon, sezinleme, oyun becerileri ve teknik başarının ön şartları olarak kabul edilebilir⁽¹⁾.

1992 Barcelona Olimpiyat oyunlarında olimpik bir spor olarak kabul görmesi, çok köklü bir geçmişe sahip olması, popülaritesi ve diğer pozitif yönleriyle bu sporu yapan insan sayısı tüm dünyada hızla artmaktadır. Bu gelişmelerin yanısıra, Uluslar arası Badminton Federasyonu (IBF), oyunun görsel yönünü zenginleştirmek amacıyla set sayısını artırarak, setlerde oynanan sayının azaltılması yönünde çalışmalar denemiştir (5x7 scoring system). Bu sayı sisteminin, etkinliğini değerlendirmek amacıyla tüm dünyada çeşitli turnuva ve şampiyonalarda denemiştir.

Badmintonda performans analizlerine ilişkin çalışmalar oyunun biyomekanik ve teknik özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Buna karşın badmintonun fizyolojik ihtiyaçlarını belirleyici

çalışmalar yeterli değildir⁽⁶⁾. Bir badminton maçının süresi (3x15 sayı sisteminde) oynanan setlerin sayısına ve oyuncuların performanslarına bağlı olarak 15-90 dakika arasında değişebilmektedir^(3,15). Yapılan çalışmalarda, bir maç süresince gerekli enerji ihtiyacı genellikle oyun yapısı gereği ve teknik problemler nedeniyle maç sırasında direkt olarak belirlenemediği için indirek testler ile belirlenmekte, ancak bu testler de oyunun yarattığı metabolik şiddeti tam olarak yansıtmamaktadır. Badmintonda maç veya antrenman sırasında enerji gereksinimini değerlendirmek için laktat konsantrasyonları ve Kalp Atım Hızı (KAH) değerlerini tespit etmek, maçın ya da antrenmanın meydana getirdiği metabolik stresi yansıtması bakımından pek çok çalışmada kullanılmıştır^(4,16).

Egzersiz takiben laktik asit birikimi ve kas harabiyeti arasında bir ilişki olabileceği aklı gelmektedir. Laktatın direkt kas hasarı ile ilgisi olmamakla birlikte artan kan laktat ve kreatin kinaz (CK) değeri kas hücresi membran hasarında indirek bir gösterge olarak kabul edilir⁽¹¹⁾. Kreatin kinaz kontraktil veya transport sistemlerindeki ATP yenilenmesini (rejenerasyonu) sağlayan bir enzimdir. CK'nın fizyolojik fonksiyonu kas hücresinde meydana gelir⁽⁶⁾. Enzimlerin hücre içi lokalizasyonları hücre hasarının derecesini tayin etmede önemlidir. Kas hasarı olduğunda plazma ve serumda intrasellüler enzim olan CK'nın aktivitesi artar^(7,12).

Yapılan bu çalışmanın amacı; badmintonda iki farklı sayı sisteminde (tek erkekler kategorisinde) elit erkek oyunculara meydana gelen yorgunluk parametrelerindeki ve CK düzeylerindeki değişimi incelemek, her iki sistemdeki set ve maç süreleri ve kalp atım sayılarını karşılaştırarak oyunda ortaya çıkan metabolik stres düzeyini belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Denekler

Bu araştırmaya Türk Milli takımında yer alan yaş ortalaması 22.7±3.78 yıl, boy ortalaması 178±5.7cm ve vücut ağırlığı ortalaması 71.2±5.35kg olan 10 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan deneklere iki gün arayla tek erkekler kategorisinde maç yaptırılmak suretiyle testler uygulanmıştır. İlk gün 3x15, 48 saat sonra ise 5x7 sayı sisteminde beşer maç oynatılmış, maç öncesi, maç sonrası ve CK değerleri için 24 saat sonrası olmak üzere üç kez ön koldan venöz kan alınmıştır. Maç süresince telemetrik monitörler ile kalp atım sayıları kaydedilmiştir. Toplanan kanlar +4°C'lik buzlukta kısa sürede laboratuara ulaştırılarak 3000 rpm (5000 x g)'de 10 dakika oda sıcaklığında santrifüj edildikten sonra serumları ayrılmış, aynı gün serum glukoz, laktat ve CK değerlerine bakılmıştır.

Kalp Atım Hızlarının Ölçümü (KAH)

Deneklerin testler sırasında, farklı hızlarda sergiledikleri kalp atım sayısı değerleri, denegin göğsüne yerleştirilen bir verici ve denegin kolunda takılı olan telemetrik monitörler (Polar Sport Tester) aracılığı ile ölçülmüştür. Elde edilen değerler bilgisayara aktararak (Polar Software Analysis Program, 3.02) analiz edilmiştir.

Laktat Tayin Yöntemi

Laktat ve oksijen molekülü arasında laktat oksidaz enzimi varlığında gerçekleşen enzimatik reaksiyon sırasında oluşan hidrojen peroksit düzeyinin ölçümüne dayanır. Deneklerin Laktat düzeyleri Nova kangazı cihazında belirlenmiştir.

Glukoz Tayin Yöntemi

340nm'de NADPH oluşumundan kaynaklanan absorbands artışı spektrofotometrik olarak ölçülerek glukoz konsantrasyonları hesaplanır. Bu ölçüm Technican Dax 48 otoanalizöründe yapılmıştır.

Kreatin Kinaz Tayin Yöntemi

Çalışma Aeroset Biyokimyasal Otoanalizörde yapıldı. Son reaksiyonda absorbandslar 340 nm'de okunmuştur.

İstatistik Analiz

Araştırmada elde edilen tüm veriler aritmetik ortalama ve standart sapma ($X \pm SD$) olarak verilmiştir. Maç öncesi ve sonrası verilerin karşılaştırılmasında paired-samples t testi, iki farklı sayı sisteminin karşılaştırılmasında da independent-samples t testi kullanılmıştır. Analizlerde önemlilik derecesi $p < 0.01$ ve $p < 0,05$ kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1: 3x15 ve 5x7 Sayı Sistemlerinde Topun Oyun İçinde ve Dışında Kaldığı Süreler (dk)

		1.Set		2.Set		3.Set		4.Set		5.Set	
		3x15	5x7	3x15	5x7	3x15	5x7	3x15	5x7	3x15	5x7
Ortalama Set	(*)	4.13	2.10	3.32	2.01	5.08	2.28	-	1.54	-	2.32
Süreleri (dk)	(**)	6.38	3.06	5.37	2.36	9.23	3.25	-	3.18	-	5.11
Toplam oyun süresi(dk)		10.51	5.16	8.96	4.37	14.31	5.53	-	4.72	-	7.43
3x15		33.78									
5x7		27.21									

(*) Topun Oyun İçinde Kaldığı Süre

(**) Topun Oyun Dışında Kaldığı Süre

Araştırmaya katılan sporcular 5x7 sayı sisteminde bir maçı ortalama olarak 27.21 dk'da oynarken, 3x15 sayı sisteminde ise 33,78 dk'da tamamlamışlardır.

Tablo 2: 3x15 ve 5x7 Sayı Sistemlerinde Sporcuların Ortalama Kalp Atım Hızlarının Karşılaştırılması (atım/dk)

KAH (atım/dk)	N	3x15	5x7	t
Ortalama	10	165.5 ± 6,35	162,9 ± 9,96	1,06

Maç süresince yapılan takipte farklı iki sayı sistemindeki kalp atım sayıları açısından anlamlı fark olmadığı gözlenmiştir.

Tablo 3: 3x15 ve 5x7 Sayı Sistemlerinde Sporcuların Maç Öncesi ve Sonrası Kan Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler		N	Maç Öncesi X ± SD	Maç Sonrası X ± SD	t
Glukoz (mg/dl)	3x15	10	81.9 ± 10.9	100.8 ± 17.4	-2.85*
	5x7	10	81.4 ± 11.2	106.9 ± 16.3	-4.87**
Laktat (mmol/L)	3x15	10	4.13 ± 0.9	6.61 ± 2.4	-3.72**
	5x7	10	5.45 ± 0.6	7.83 ± 3.2	-6.46**

** p<0.01

* p<0.05

Tablo 3'e bakıldığında hem glukoz hem de laktat değerleri açısından her iki sayı sisteminde de sporcuların maç sonrası değerlerinde maç öncesi değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlenmiştir. Ancak sayı sistemleri birbiriyle karşılaştırıldığında gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. (Tablo 4)

Tablo 4: 5x7 ve 3x15 Sayı Sistemlerinde Sporcuların Kan Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametre		N	3x15	5x7	t
Glukoz (mg/dl)	Maç Öncesi	10	81.9 ± 10.9	81.4 ± 11.2	0,11
	Maç Sonrası	10	100.8 ± 17.4	106.9 ± 16.3	-0,66
Laktat (mmol/L)	Maç Öncesi	10	4.11 ± 0.9	5.45 ± 0.6	-4,18**
	Maç Sonrası	10	6.54 ± 2.5	7.83 ± 3.2	-1,35

** p<0.01

* p<0.05

Tablo 5: Sporcuların 5x7 ve 3x15 Sayı Sistemlerinde Maç Öncesi, Maç Sonrası ve 24 Saat Sonrası Kan CK Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler		N	Maç Öncesi X ± SD	Maç Sonrası X ± SD	24 sa Sonrası X ± SD
CK (U/L)	3x15	10	193,1±28,9 ^a	259,5±51,5 ^b	219,1±32,2 ^c
	5x7	10	185,3±39,4	223,5±44	201,1±31,7

(a-b)**, (a-c)* ** p<0.01* p<0.05

CK değerlerine bakıldığında iki farklı sayı sistemi arasındaki farkın anlamlı olmadığı ancak 3x15 sayı sisteminde maç öncesi ve maç sonrası değerler ile (p<0.01), maç öncesi ve maçtan 24 saat sonrası değerlerin (p<0.05) istatistiksel anlamlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Pek çok spor branşında müsabaka sırasında oyunun enerji ihtiyacının belirlenmesi, iş yükünün artışı ile doğrusal bir artış gösteren KAH üzerinden tahmine dayalı olarak yapılmaktadır.

Reilly⁽¹⁶⁾ 1990'da yaptığı bir çalışmada, düşük, orta ve iyi düzey olarak grupladığı badminton oyuncularının maç süresince tespit ettiği KAH'nı, yine aynı şekilde üç farklı düzeydeki tenis ve squash oyuncularının KAH'ları ile karşılaştırmış ve her seviyedeki badminton oyuncularının maç süresince, tenis oyuncularından daha yüksek değerlere sahip olduğu, squash ile karşılaştırıldığında ise düşük ve orta düzeydeki badminton oyuncularında daha düşük KAH değerleri gözlenirken, iyi düzeydeki badminton oyuncularının yine iyi düzeydeki squash oyuncularına göre daha yüksek KAH değerlerine sahip olduğunu rapor etmiştir.

Bu çalışmada ise her iki sayı sistemindeki KAH'larına bakıldığında 3x15 sayı sisteminde ortalama KAH değeri 165 ± 6.35 atım/dk bulunurken, 5x7 sayı sisteminde ise 162.9 ± 9.96 atım/dk olarak tespit edilmiştir. Bulunan değerler tahmini maksimal KAH değerlerinin (220-yaş) %83.8 (3x15) ve %82.5 (5x7)'ne karşılık geldiği bulunmuştur. Bu sonuçların literatürle paralellik gösterdiği söylenebilir⁽⁶⁾. Ancak iki farklı sayı sistemindeki KAH'ları birbiriyle karşılaştırıldığında farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

Her iki sayı sisteminde topun oyun içinde ve oyun dışında olduğu sürelerin toplamı olan total oyun sürelerine bakıldığında 3x15 sayı sisteminde ortalama 33.78 dk süren bir maç 5x7 sayı sisteminde ortalama 27.21 dk sürdüğü tespit edilmiştir. Topun oyunda olduğu gerçek süreler bakıldığında ise 3x15 sayı sisteminde ortalama 12.53 dk iken, 5x7 sayı sisteminde 10.25 dk olduğu belirlenmiştir.

Monrique ve arkadaşlarının yaptıkları bir araştırmada da; İspanya Yıldızlar Şampiyonası, Büyükler Şampiyonası, Bölge Gençler Kupası, Bölge Kraliyet Şampiyonası ve Dünya Şampiyonası maçlarında (toplam 32 tek erkek) 3x15 sayı sisteminde tek erkek müsabakaları değerlendirilmiş. Bu karşılaşmalarda toplam maç süresi ortalama 34.50 dk olarak tespit edilmiş ve topun oyunda kaldığı toplam süre ise ortalama 11.47 dk bulunmuştur⁽³⁾.

Denenen 5x7 sayı sistemi ile ilgili literatürde hiçbir yayın bulunmaması eldeki parametreleri karşılaştırma imkanı vermemekle birlikte, süreler açısından 3x15 sayı sisteminde elde ettiğimiz sonuçlar literatürle uyumlu bulunmaktadır.

Egzersizde yüksek kan laktatının sınırlayıcı bir faktör olduğu bilinir. Ayrıca laktik asit artışı kas kontraksiyonlarına engel olmakta ve sonuçta yorgunluk oluşumunu hızlandırmaktadır. Pek çok çalışmada oyunun yarattığı metabolik stresi yansıtmaması bakımından maç sonrası laktat değerleri kullanılmıştır^(8,15,16). Egzersizin şiddeti arttıkça anaerobik metabolizmanın egzersizde kullanım miktarı da artmaktadır.

Bu çalışmada da serum laktat konsantrasyonları 3x15 sayı sisteminde 4.13 ± 0.9 mmol/L'den 6.61 ± 2.4 mmol/L'ye, 5x7 sayı sisteminde ise 5.45 ± 0.6 mmol/L'den 7.83 ± 3.2 mmol/L'ye artış göstermiştir. Her iki sayı sistemindeki maç sonrası artışlar maç öncesi değerlere göre istatistiksel

anlamli bulunmuştur ($p<0.01$). Ancak sayı sistemlerinde maç sonrası değerler karşılaştırıldığında fark anlamli bulunmamıştır. Bu sonuçta bize iki sayı sistemi arasında yorgunluk oluşumu açısından belirgin bir fark olmadığını göstermektedir. Çalışmada elde edilen maç öncesi laktat değerlerin normal bazal değerlerin üzerinde olması, kamp döneminde olan sporcuların yoğun antrenman yapıyor olması ile izah edilebilir. Maç süresince topun oyunda kaldığı süreler uzadıkça laktik asit sistemi daha fazla aktive olmakta, laktik asit birikimi daha da artmaktadır. Bu durum oyuncu üzerinde daha fazla metabolik stresin oluşmasına neden olmaktadır⁽¹⁵⁾.

Benzer şekilde bir badminton maçı sonrasında bakılan laktat değeri ile ilgili çalışmalarda farklı sonuçlar göze çarpmaktadır. Faccini ve Dal Monte (1996) erkek badmintoncularda maç sonrası oldukça düşük (2,88 mmol/L) değerler elde ederken, Reilly (1990) 3,0-5,7mmol/L gibi sonuçlar bulmuş ancak bazı araştırmacılar da 5.0-13mmol/L gibi oldukça yüksek değerler elde etmiştir⁽¹⁶⁾. Manrique ve Badillo'nun 11 uluslararası deneyime sahip farklı ülke badmintoncularında yaptıkları çalışmada ise laktat düzeylerini ortama 3.8mmol/L (max;5.1mmol/L, min;2.4mmol/L) bulmuşlardır⁽⁴⁾. Cabello ise üst düzey büyük İspanyol oyuncularının laktat düzeylerini ortalama 7.1mmol/L bulmuştur⁽³⁾. Çalışmalarda böylesi farklı sonuçların elde edilmesi deneklerin yaş, fitness ve antrenman düzeylerindeki farklılıklar ile izah edilebilir.

Egzersizle birlikte glukozun oksidasyonu birkaç kat artar. Böyle durumlarda kan glukoz düzeyi azalınca glukagon hormonu salgılanarak kan glukoz düzeyi artırılır⁽⁹⁾. Egzersiz devam ettikçe, kasın glukoz kullanımı egzersizin şiddet ve süresine bağlı olarak 7-20 kat artabilir ve kan glukozu öncelikli enerji kaynağı olmaya başlar. Hafif şiddetteki egzersizlerde kan glukoz düzeyi pek değişmezken, ağır egzersizlerde %15-20 oranında artabilir⁽⁹⁾. Egzersiz şiddetli ve uzun sürerse karaciğer glikojeninin azalmasına bağlı olarak kan glukozunun da normal istirahat değerlerinin altına düştüğü görülür. Bizim çalışmamızda serum glukoz düzeyleri her iki sayı sisteminde de istatistiksel anlamli artış göstermiştir. Ancak sayı sistemleri birbiri ile karşılaştırıldığında anlamli bir fark bulunamamıştır.

Serum CK aktivitesi uzun süreli egzersizleri takiben 24-48 saat içerisinde pik yapar. Alışık olunmayan kısa süreli ekzantrik bir egzersiz ise 2-5 gün sonra gecikmiş pik diye adlandırılan bir yükselmeye sebep olur^(5,14,17). Bununla birlikte yokuş aşağı yürüyüş veya koşma gibi aktivitelerden sonra ise erken dönemde (egzersizden 0-12 saat sonra) ve daha az miktarlarda (<1000 IU.L⁻¹) artış gösterir⁽¹⁴⁾. Brown ve arkadaşları diz kasının ekzantrik kasılma, tekrar sayıları ve kas hasarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada tekrar sayısının arttıkça serum CK seviyesinin de arttığını tespit etmişlerdir⁽²⁾. Yapılan başka bir çalışmada 9 denek 1 kolla 12 maksimal ekzantrik kasılma gerçekleştirmiş, diğer kolla 100 defa izometrik kasılma gerçekleştirmişler. Ölçümler iki hafta arayla yapılmış, ekzantrik kasılma egzersizinde izometrik kasılma egzersizine oranla daha yüksek CK aktivitesi tespit edilmiştir (10). Başka bir çalışmada yokuş yukarı ve aşağı yürüyüş egzersizinin plazma CK ya etkisi koşu bandında 13 derecelik eğimle araştırılmış, tepe yukarı yürüyüş egzersizinde CK egzersizden 24 saat sonra en yüksek seviyesine gelirken (60-200 IU/L) tepe aşağı yürüyüşte 4.7. günlerde en yüksek seviyesine gelmiştir (700-1500 IU/L).

Bizim çalışmamızda da özellikle 3x15 sayı sisteminde, maç sonrası değer (259,5±51,5 U/L) ile 24 saat sonraki değer (219,1±32,2 U/L) maç öncesi değere (193,1±28,9 U/L) göre anlamlı artmış olması, ancak diğer sayı sisteminde görülen artışların istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması, kas hasarı oluşumunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen veriler, 3x15 sayı sisteminde gerek müsabaka süresinin daha uzun oluşu, gerekse KAH ortalamalarının ve CK düzeyindeki artışın daha yüksek oluşu nedeniyle, bu sayı sisteminde oyuncuların daha fazla metabolik strese maruz kaldıkları sonucunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. BARON, R., Catecholamine Excretion and Heart Rate as Factors of Psychophysical Stress in Table Tennis. *Int. J. Sports Med.* 13: 501-505. 1992.
2. BROWN, S.J., R.B.CHILD, S.H.DAY, DONNELLY, A.E., Exercise-Induced Skeletal Muscle Damage and Adaptation Following Repeated Bouts of Eccentric Muscle Contraction. *J. Sports Sci.* 15 (2): 215-222. 1997.
3. CABELLO MANRIQUE, D., An Analysis of the Characteristics of the Game in Badminton Competition. Differences between men's and ladies' singles. *Congreso Mundial De Badminton, Sevilla, 2001.*
4. CABELLO MANRIQUE, D., GONZALES BADILLO, J.J., Analysis of the Characteristics of Competitive Badminton. *Br. J. Sports Med.* 37: 62-66. 2003.
5. CHEN, T.C., HSIEH, S.S. Effects of a 7-Day Eccentric Training Period on Muscle Damage and Inflammation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33: 1732-1738. 2001.
6. CLARKSON, P.M., TREMBLAY, I., Exercise-Induced Muscle Damage, Repair, and Adaptation in Humans. *J. Appl. Physiol.* 65: 1-6. 1998.
7. EBBELING, C.B., CLARKSON, P.M., Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation. *Sports Med.* 7: 207-234. 1989.
8. FACCINI, C., DAL MONTE, A., Physiologic Demands of Badminton. *The Am. J. of Sports Med.* 24: 64-66. 1996.
9. FOX, E.L., R.W. BOWERS, FOSS, M.L., *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.* 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1988.
10. NEWHAM, D.J., D.A. JONES, EDWARDS, R.H., Plasma Creatine Kinase Changes After Eccentric and Concentric Contractions. *Muscle Nerve.* 9 (1): 59-63. 1986.
11. NOAKES, T.D., Effect of Exercise on Serum Enzyme Activities in Humans. *Sports Med.* 4:245-267. 1987.
12. NOSAKA, K., CLARKSON, P.M., Muscle Damage Following Repeated Bouts of High Force Eccentric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 1263-1269. 1995.
13. NOSAKA, K., CLARKSON, P.M., Influence of Previous Concentric Exercise on Eccentric Exercise-Induced muscle damage. *J. Sports Sci.* 15 (5): 477-83. 1997.
14. NOSAKA, K., M. NEWTON, SACCO, P., Muscle Damage and Soreness After Endurance Exercise of the Elbow Flexors. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 920-927. 2002.
15. OMOSEGAARD, B., *Physical Training for Bbadminton.* Denmark. Malling Beck, 1996.
16. REILLY, T., *The Racquet Sports: Badminton.* In T. Reilly, N. Secher, P. Snell, C. Williams (Eds) *Physiology of Sports* (pp 350-354) London: E&F.N. Spon, 1990.
17. SCHWANE, J.A., S.R. JOHNSON, VANDENAKKER, C.B., Delayed-Onset Muscular Soreness and Plasma CPK and LDH Activities After Downhill Running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15: 51-56. 1983.