

GENÇ FUTBOL OYUNCULARINDA SAHA VE LABORATUVAR KOŞULLARINDA SUBMAKSİMAL VE MAKSİMAL EGZERSİZ ŞİDDETLERİNE VERİLEN FİZYOLOJİK CEVAPLAR

Alper Şemsi EDİS, Tahir HAZIR, Zambak ŞAHİN, Sinem HAZIR,
Alper AŞÇI, Caner AÇIKADA

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, genç futbol oyuncularında saha ve laboratuvar ortamında submaksimal ve maksimal egzersiz şiddetlerine verilen LA ve KAH cevaplarını incelemektir. 14 genç erkek futbolcu (yaş: 17.5±0.5 yıl, boy: 173.9±7.0 cm, vücut ağırlığı: 67.3±5.9 kg) arttırmalı iş yükü protokolünde 2 ayrı koşu testine ikişer gün ara ile rastgele sıra ile katılmışlardır. Koşu testi protokolü 8 km.s⁻¹ hız ile başlamış, her 3 dakikada bir hız 1 km.s⁻¹ artırılmış ve test, denek tükenene kadar sürdürülmüştür. Testler sırasında KAH sürekli olarak kaydedilmiş ve her iş yükü artımı öncesi verilen 1 dakikalık pasif dinlenme esnasında kulak memesinden alınan kanda LA ölçülmüştür. Sabit kan LA konsantrasyonlarına (2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 mmol.L⁻¹) karşılık gelen koşu hızı ve KAH, LA-iş yükü ve KAH-iş yükü grafiklerinden belirlenmiştir. Her iki testte dinlenik LA ve KAH benzer, zirve LA koşu bandında saha testinden önemli derecede düşük bulunmuştur (p<0.05). Laboratuvarda test süresi, saha test süresinden yüksektir (p<0.05). Laboratuvar testinde 14, 15, 16 and 17 km.s⁻¹ koşu hızlarına verilen LA cevaplarının saha testinden düşük olduğu saptanmıştır (p<0.05). Laboratuvar testinde 4.0 mmol.L⁻¹ LA'ya karşılık gelen koşu hızı, 3.5 ile 4.0 mmol.L⁻¹ LA'ya karşılık gelen KAH saha testinden yüksektir (p<0.05). Bu araştırmanın bulguları, saha ve laboratuvar ortamında yüksek tempoda koşu egzersizlerine verilen LA ve KAH cevaplarının önemli derecede farklı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Futbol, Laktat, Kalp atım hızı, Koşu hızı, Egzersiz protokolü.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO SUBMAXIMAL AND MAXIMAL EXERCISE INTENSITIES: FIELD VERSUS LABORATORY

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine LA and HR responses to submaximal and maximal exercise intensities which were obtained from laboratory and field situations in young soccer players. 14 male soccer players (age: 17.5±0.5 years, height: 173.9±7.0 cm, body mass: 67.3±5.9 kg) were participated in two running tests (laboratory and field) with a progressively increased workload protocol separately in random order with two days interval. Test protocol was started with 8 km.h⁻¹ and increased 1 km.h⁻¹ every 3

minutes until the players were exhaust. HR was recorded throughout the tests whereas earlobe-blood lactate concentrations were measured within one minute rest intervals between the workloads. Running velocities and HR according to fixed lactate concentrations (2.0, 2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 mmol.L⁻¹) were determined from HR-workload and lactate-workload graphics. Although resting [La] and HR found similar during both tests, peak [La] at laboratory were found significantly lower than field test ($p<0.05$). Time to exhaustion of laboratory test is significantly higher than field test ($p<0.05$). During the laboratory test the [La] responses in the running velocities of 14, 15, 16 and 17 km.h⁻¹ were significantly lower than those which were measured in the field test ($p<0.05$). Furthermore, running velocities corresponding to 4.0 mmol.L⁻¹ [La] and HR responses at 3.5 and 4.0 mmol.L⁻¹ [La] were significantly higher than the field test ($p<0.05$). The results of the present study revealed that the physiological responses of laboratory and field test with same protocol were conflicting when assessing the endurance performance in young soccer players.

Key Words: Soccer, Lactate, Heart rate, Running velocity, Exercise protocol

GİRİŞ

Submaksimal egzersiz şiddetlerine verilen kan laktat (LA) ve kalp atım hızı (KAH) cevapları antrenörler ve spor bilimciler tarafından aerobik dayanıklılığın değerlendirilmesinde kullanılan en önemli parametrelerdir (Janssen, 2001). Bunun yanında 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 mmol.L⁻¹ sabit LA veya % KAH_{maks}'lara karşılık gelen koşu hızları, bireysel veya takım sporlarında aerobik dayanıklılığın alt bileşenleri için şiddet kriteri olarak kullanılmaktadır (Billat ve ark., 2000; Edwards, Clark ve Macfadyen, 2003; Janssen, 2001; McMillan ve ark., 2005). Egzersiz esnasında kan LA konsantrasyonu beslenme (Langfort, Czarnowski, Zendzian-Piotrowska, Zarzeczny ve Gorski, 2004; Langfort, Zarzeczny, Piliş, Nazar ve Kaciuba-Uscitko, 1997), kas glikojen depoları (Sabapathy, Morris ve Schneider, 2006), dehidrasyon (Kenefick, Mahood, Mattern, Kertzer ve Quinn, 2002), kanın alındığı yer (arteriyel veya venöz kan), egzersizin tipi (Dasonville ve ark., 1998), kanın işleniş şekli

(tam kan, plazma) (Williams, Armstrong ve Kirby, 1992), kan örneklerinin saklanması şekli ve süresi (McCaughan, McRae ve Smith, 2000), analizör (Medbo, Mamen, Holt Olsen ve Evertsen, 2000; Thin, Hamzah, FitzGerald, McLoughlin ve Freaney, 1999), testin yapıldığı yer (laboratuvar veya saha) (Smekal ve ark., 2000) gibi birçok faktörden etkilendiğinden, spesifik dayanıklılık antrenmanları için LA'ya bağlı olarak belirlenen koşu hızı veya KAH değerleri de bu faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

Laboratuvar ortamında koşu bandında şiddeti giderek artan sürekliliğe ya da kesintili test protokolleri, aerobik dayanıklılığı değerlendirmek için spor dalına özgü olmayan test olarak yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Genel olarak koşu bandında yapılan submaksimal koşu egzersizleri ile aynı hızda sahada yapılan koşu egzersizleri esnasındaki enerji harcaması veya oksijen tüketimi benzer bulunmuştur (Bassett ve ark., 1985; McMiken ve Daniels, 1976). Frishberg (1983) sahada yapılan

yüksek şiddette koşu (sprint) esnasında ölçülen oksijen borcunun koşu bandında ölçülenden % 36 oranında daha yüksek olduğunu göstermiştir. Kinematik analizlerin de yapıldığı bu çalışmada; saha ve koşu bandında maksimal eforlu koşu esnasında temel biyomekanik farkların yere basan bacağın yere basışı esnasında ortaya çıktığı saptanmıştır. Frishberg (1983)'in bulguları koşu bandında maksimal eforlu koşu egzersizlerinde enerji ihtiyacının ve enerji metabolizmasının daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Saha ve laboratuvar ortamında yapılan araştırmalarda verili bir KAH, LA, VO₂ veya koşu hızı şiddetlerinde ölçülen fizyolojik parametreler ile ilgili bulgular değişkendir. Bazı çalışmalarda önemli derecede farklı (Smekal ve ark., 2000; Verges, Flore ve Favre-Juvin, 2003; Verges, Flore, Laplaud, Guinot ve Favre-Juvin, 2006) bazılarında benzer bulunmuştur (Girard, Chevalier, Leveque, Micallef ve Millet, 2006). Laboratuvar ortamında yapılan testler esnasında karıştırıcı değişkenlerin etkisi (zemin, sıcaklık, nem, rüzgar) kontrol edilebildiği için güvenilirlik yüksek ancak saha şartlarından uzak olduğu için geçerlik düşüktür (MacDougall ve Wenger, 1992). Özellikle aerobik dayanıklılık gerektiren bireysel sporlarda ve futbol gibi takım sporlarında antrenmanlar saha ortamında yapılmaktadır. Saha ve laboratuvar ortamındaki koşullar ve fizyolojik cevaplar birbirinden farklı olduğu için, laboratuvar ortamında belirlenen LA ve KAH gibi fizyolojik parametrelere bağlı olarak sahada yapılan spesifik antrenmanlar, istenilen antrenman etkisini yaratmayabilir. Bu çalışmanın amacı, genç futbol oyuncularında saha ve laboratuvar ortamında submaksimal ve maksimal egzersiz şiddetlerine verilen LA ve KAH cevaplarını incelemektir.

YÖNTEM

Denekler:Bu çalışmaya bir profesyonel futbol lig takımının alt yapı A genç takımından 14 erkek futbol oyuncu (yaş: 17.5 ± 0.5 yıl, spor yaşı 4.75 ± 1.35 yıl, boy: 173.9 ± 7.0 cm, vücut ağırlığı: 67.3 ± 5.9 kg) gönüllü olarak katılmıştır. Futbolculara ön görüşmede çalışma ile ilgili bilgi verilmiş ve futbolculardan testlerden önceki 24 saat içerisinde yüksek şiddette egzersiz yapmamaları ve alkol tüketmemeleri istenmiştir.

İşlem Yolu

Koşu Testi: Denekler, şiddeti giderek artan kesintili koşu protokolünde iki gün ara ile rastgele sırada hem sahada (ST) hem de laboratuvar ortamında koşu bandında (KBT) test edilmişlerdir. ST doğal çim sahada 20 m bölümlere ayrılmış 100 m'lik bir dairesel parkurda yapılmıştır. Bu testte koşu temposu programlanabilir bir tempo düzenleyiciden ses sinyalleri yardımı ile ayarlanmıştır (Prospert, Tümer Elektronik, Türkiye). Her iki testte de 8 km.h⁻¹ başlangıç hızında 3 dk ısınma ve alışma koşusundan sonra 10 km.h⁻¹ koşu hızından itibaren her 3 dk'da bir hız 1 km.h⁻¹ artırılmıştır. Her hız artışından önce 1 dk ara verilmiştir (Demarle ve ark., 2003). ST'de denek birbirini takip eden iki 20 m'de tempoyu yakalayamadığında test sonlandırılmıştır (Leger, Mercier, Gaudoury ve Lambert, 1988). KBT'de denek gönüllü olarak testi sonlandırana kadar teste devam edilmiştir. Her iki testte de LA'nın 8 mmol.L⁻¹ üzerine çıkması ve zirve KAH'ın, teorik maksimum KAH'ın (220-yaş) % 90'ını aşması maksimal test kriteri olarak dikkate alınmıştır (Howley, Bassett ve Welch, 1995). Hem KBT hem de ST'de toplam test süresi kaydedilmiştir.

Kalp atım hızı: Her iki test esnasında KAH, 5 sn aralıklarla telemetrik KAH monitörlerine (Polar S610i, Finland) kaydedilmiştir. Her hızın son bir dk'sine ait KAH kayıtlarının ortalaması alınmıştır.

Laktik asit: LA, bir dk aralarda kulak memesinden alınan arteriyalize kandan elektroenzimatik yöntemle bir laktik asit analizöründe (YSI 1500, Ohio, USA) hemolize tam kan olarak ölçülmüştür. Kan örnekleri hiç bir işleme tabi tutulmadan ve bekletilmeden analiz edilmiştir.

Verilerin Analizi: Her iki testte koşu hızlarına ait LA ve KAH'lar kaydedildikten sonra, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 mmol.L⁻¹ sabit kan LA konsantrasyonlarına karşılık gelen koşu hızları ve KAH'lar; koşu hızı-LA ve koşu hızı-KAH grafiklerinden non-linear interpolasyon yöntemiyle ikinci veya üçüncü dereceden polinomiyal denklemler yardımıyla kestirilmiştir. Denklemlerde koşu hızı-LA için R² > 0.96, koşu hızı-KAH için R² > 0.98'dir.

İstatistik: KBT'de iki denek 18 km.s⁻¹, sadece bir denek 19 km.s⁻¹ koşu hızını tamamlayabilmiştir. ST'de iki denek 18 km.s⁻¹ hıza ulaşmış, hiçbir denek 19 km.s⁻¹ hıza ulaşamamıştır. Her iki testte 17 km.s⁻¹ hızı yedi denek tamamlamıştır. Bu nedenle 18 ve 19 km.s⁻¹ hızlar değerlendirmeden

çıkarılmıştır. 17 km.s⁻¹ hızdaki fizyolojik cevaplar için n = 7'dir. Diğer hızlarda ve sabit laktat konsantrasyonlarındaki fizyolojik cevaplar ve maksimum değerler on-dört denek üzerinden değerlendirilmiştir. ST ve KBT'de submaksimal ve maksimal koşu hızlarına verilen fizyolojik cevaplar ve sabit laktat konsantrasyonlarına karşılık gelen fizyolojik değişkenler arasındaki farklar Bağımlı Gruplarda t Testi ile değerlendirilmiştir. Tüm istatistik işlemler SPSS (Vers 10.0) programında yapılmış ve 0.05 hata payı kullanılmıştır.

BULGULAR

KBT ve ST öncesinde ölçülen dinlenik LA (sırasıyla 1.13 ± 0.17 mmol.L⁻¹, 1.00 ± 0.23 mmol.L⁻¹; p>0.05) ve KAH'lar (sırasıyla 73.9 ± 8.13 atım.dk⁻¹, 77.8 ± 9.95 atım.dk⁻¹; p>0.05) arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. KBT ve ST'de deneklerin kan LA konsantrasyonu 8 mmol.L⁻¹ (sırasıyla 8.10 - 15.91 ve 8.23 - 17.68 mmol.L⁻¹), zirve KAH teorik maksimum KAH'ın (220-yaş) % 90'ının (sırasıyla % 93 - 104 ve % 91 - 102) üstünde ölçülmüştür. KBT'de ölçülen zirve LA konsantrasyonu (10.29 ± 2.16 mmol.L⁻¹), ST'de ölçülenden (12.00 ± 2.73 mmol.L⁻¹) düşük bulunmuştur (p<0.05). İki testte ölçülen

Tablo 1. KBT ve ST'de koşu hızlarında ölçülen LA değerleri ve t testi sonuçları

Koşu Hızı (km.s ⁻¹)	Laktik Asit (mmol.L ⁻¹)		t
	KBT	ST	
10	2.01 ± 0.48	1.96 ± 0.57	0.34
11	2.21 ± 0.52	2.28 ± 0.64	0.59
12	2.70 ± 0.68	2.79 ± 0.80	0.70
13	3.56 ± 1.20	3.87 ± 1.24	1.85
14	4.77 ± 1.55	5.35 ± 1.67	2.57 *
15	6.17 ± 1.79	7.64 ± 2.51	3.42*
16	8.36 ± 2.73	10.07 ± 2.76	4.06 *
17	9.92 ± 2.92	12.71 ± 3.41	5.44 *

* p<0.05

zirve KAH'lar arasındaki farklar da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (KBT: 198.77 ± 7.48 atım.dk⁻¹ ST: 194.67 ± 6.62 atım.dk⁻¹; $p < 0.05$). KBT'de ölçülen toplam test süresi ST'den önemli derecede uzun bulunmuştur (sırasıyla 1572.50 ± 223.26 sn, 1468.56 ± 144.55 sn; $p < 0.05$).

KBT ve ST testlerinde koşu hızlarındaki LA cevapları Tablo 1'de, KAH cevapları Tablo 2'de gösterilmiştir. 10-13 km.s⁻¹ hızlarda LA cevapları benzer ($p > 0.05$),

14-17 km.s⁻¹ hızlarda KBT'de ölçülen LA değerleri ST'den önemli derecede düşük bulunmuştur ($p < 0.05$). Her iki testte tüm hızlarda KAH cevapları benzer bulunmuştur ($p > 0.05$).

Sabit LA konsantrasyonlarına karşılık gelen koşu hızları Tablo 3'te, KAH'lar Tablo 4'te gösterilmiştir. 4 mmol.L⁻¹ sabit LA konsantrasyonuna karşılık gelen koşu hızı hariç ($p < 0.05$), diğer sabit LA konsantrasyonlarına karşılık gelen koşu

Tablo 2. KBT ve ST'de koşu hızlarında ölçülen KAH değerleri ve t testi sonuçları

Koşu Hızı (km.s ⁻¹)	Kalp Atım Hızı (atım.dk ⁻¹)		t
	KBT	ST	
10	156.67 ± 14.30	158.40 ± 11.91	0.55
11	167.21 ± 11.77	167.28 ± 9.61	0.02
12	176.05 ± 10.47	174.52 ± 8.72	0.69
13	181.47 ± 9.30	179.97 ± 8.27	0.87
14	186.80 ± 8.48	184.84 ± 7.64	1.25
15	190.80 ± 8.26	190.08 ± 8.05	0.90
16	194.88 ± 6.27	192.17 ± 6.39	1.48
17	197.33 ± 6.67	193.01 ± 3.56	2.13

Tablo 3. Sabit LA konsantrasyonlarına karşılık gelen koşu hızları ve t testi sonuçları

LA (mmol.L ⁻¹)	Koşu Hızı (km.s ⁻¹)		t
	KBT	ST	
2.0	10.60 ± 1.41	10.33 ± 1.59	0.88
2.5	11.71 ± 1.29	11.43 ± 1.42	1.07
3.0	12.55 ± 1.18	12.27 ± 1.25	1.26
3.5	13.17 ± 1.10	12.88 ± 1.09	1.75
4.0	13.64 ± 1.05	13.31 ± 0.99	2.77 *

(* $p < 0.05$)

Tablo 4. Sabit LA konsantrasyonlarına karşılık gelen KAH'lar ve t testi sonuçları

LA (mmol.L ⁻¹)	Kalp Atım Hızı (atım.dk ⁻¹)		t
	KBT	ST	
2.0	163.11 ± 15.84	156.89 ± 20.48	1.38
2.5	172.75 ± 13.78	167.55 ± 13.70	1.93
3.0	178.77 ± 12.68	174.23 ± 10.59	2.13
3.5	182.67 ± 11.96	178.40 ± 9.13	2.26*
4.0	185.41 ± 11.25	181.05 ± 8.43	2.37*

(* $p < 0.05$)

hızları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). KBT'de 4 mmol.L⁻¹ sabit LA konsantrasyonuna karşılık gelen koşu hızı, ST'den önemli derecede yüksektir ($p<0.05$) (Tablo 3). Buna karşın, her iki testte 2.0, 2.5 ve 3.0 mmol.L⁻¹ sabit LA konsantrasyonlarına karşılık gelen KAH'lar benzer ($p>0.05$); 3.5 ve 4.0 mmol.L⁻¹ 'ye karşılık gelen KAH'lar, KBT'de ST'den önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4).

TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları; laboratuvar ve sahada yapılan şiddeti giderek artan koşu egzersizlerinde, koşu hızı arttıkça LA metabolizmasının önemli derecede farklılaştığını ancak bunun dolaşım cevaplara tam olarak yansımadağını göstermiştir. Koşu bandında şiddeti giderek artan koşu protokolünde koşu hızlarına karşılık gelen kan LA cevapları sahada ölçülenden sistematik olarak düşük olmakla beraber, bu farklar özellikle maksimale yakın (4,0 mmol sabit laktat eşliğinin üstü) ve maksimal koşu hızlarında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 1). Aynı hızlardaki dolaşım cevaplara dikkate alındığında KAH_{maks} hariç, submaksimal koşu hızlarında KAH cevapları arasında önemli fark saptanmamıştır (Tablo 2). KBT ve ST'de maksimale yakın ve maksimal şiddetler için elde edilen fizyolojik cevaplardaki farklar, önceki çalışmalarda koşu bandında yapılan koşu egzersizleri ile koşu aktiviteleri içeren spor dalına özgü testlerde elde edilen bulgulara paraleldir (Chamari ve ark., 2004). Bu çalışmada saha testi; açık havada, doğal çimde, dairesele parkurda yapılmıştır. Sabit zemindeki koşu kinematiğinin koşu bandından farklı olması (Schache ve ark., 2001; Wank,

Frick ve Schmidtbleicher, 1998) iki testteki LA metabolizmasının farklılaşmasında temel faktör olabilir. Kinematik farklılıkların yanında özellikle yüksek hızlarda rüzgar direnci, zeminin özellikleri, merkezkaç kuvveti gibi faktörler aynı koşu temposunda fibril tipi kullanımının oksidatif fibrillerden glikolitik fibrillere kaymasıyla sonuçlanıyor olabilir. Fibril tipi kullanımındaki olası bu farklılaşma, glikolitik fibril tipinin glikolitik aktivitesinin yüksek olması (Fox, Bowers ve Foss, 1988) nedeniyle ST'deki kan LA konsantrasyonunun daha yüksek olmasını açıklayabilir. Bu çalışmada oksijen tüketimi ölçülmemiş olmakla beraber, her iki testte aynı koşu hızlarında KAH cevapları arasında anlamlı fark olmaması da oksijen tüketiminin önemli ölçüde farklılaşmadığı şeklinde yorumlanabilir.

KBT ölçülen dinlenik LA (1.13 ± 0.17 mmol.L⁻¹) ve KAH (73.9 ± 8.13 atım.dk⁻¹) ile ST'de ölçülen dinlenik LA (1.00 ± 0.23 mmol.L⁻¹) ve KAH (77.8 ± 9.95 atım.dk⁻¹) arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Dinlenik değerler deneklerin her iki teste benzer metabolik, fizyolojik ve psikolojik düzeyde girdiklerini göstermektedir. Bu çalışmada her iki testte ölçülen zirve LA değerleri; futbolcularda Yo-Yo (IR2) saha testinde (Krustrup ve ark., 2006), 400 m sprint koşusu sonunda sprinter, uzun mesafeci ve sedanter bireylerde ölçülen zirve LA değerlerinden düşüktür (Ohkuwa, Kato, Katsumata, Nakao ve Miyamura, 1984). Buna karşılık, koşu aktiviteleri içeren tenise özgü saha testinde ve koşu bandında ölçülen zirve LA değerleri bu çalışmada elde edilen değerlere benzer bulunmuştur (Girard ve ark., 2006).

Değişik branşlarda saha ve laboratuvar testlerinde maksimal fizyolojik cevap-

lar bu çalışmada elde edilen bulgularla kısmen uyumludur. KBT'de ölçülen egzersiz sonrası zirve LA konsantrasyonları ST'den (sırasıyla 10.29 ± 2.16 ve 12.00 ± 2.73 mmol.L⁻¹) önemli derecede düşük ($p < 0.05$), buna karşılık KBT'de ölçülen KAH_{maks} (198.77 ± 7.48 atım.dk⁻¹) ST'den (194.67 ± 6.62 atım.dk⁻¹) önemli derecede yüksek ($p < 0.05$) bulunmuştur. Bu çalışmanın bulgularının aksine Chamari ve ark., (2004); futbol oyuncularında koşu bandında maksimal egzersizde kan LA konsantrasyonunu (11.6 mmol.L⁻¹) salonda yaptıkları Bangsbo Saha Testinden (9.0 mmol.L⁻¹) yüksek ölçmüşlerdir. Bunun yanısıra maksimal egzersiz şiddetleri için VO_{2maks} hariç (Girard ve ark., 2006; Metaxas, Koutlianos, Kouidi ve Deligiannis, 2005) saha ve koşu bandından saptanan maksimal aerobik hız ve zirve LA değerlerinde önemli farklar saptanmamıştır (Berthon, Dabonneville, Fellmann, Bedu ve Chamoux, 1997; Berthoin, Pelayo, Lensele-Corbeil, Robin ve Gerbeaux, 1996; Girard ve ark., 2006). Bu çalışmada düşük LA konsantrasyonlarına paralel olarak denekler KBT testinde ST testinden daha yüksek hızlara ulaşmışlardır. Buna bağlı olarak KBT 'de toplam test süresi de ST'den önemli derecede uzun bulunmuştur ($p < 0.05$) (sırasıyla 1572.50 ± 223.26 sn ve 1468.56 ± 144.55 sn). Bu bulgular, ST'de doğal çim zeminde özellikle yüksek koşu hızlarında anaerobik metabolizmanın ve fizyolojik zorlanmanın daha yüksek düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. Bunun yanında bu bulgulara bağlı olarak, laboratuvar ve sahada benzer protokolü içeren testlerde fizyolojik açıdan maksimal düzeyi belirlemede kullanılacak metabolik kriterin de değişken olabileceği söylenebilir.

Laboratuvar ortamında koşu bandında şiddeti giderek artan sürekli ya da kesintili test protokolleri, aerobik dayanıklılığı değerlendirmek ve antrenman şiddetini belirlemek için spor dalı dikkate alınmaksızın yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Bu çalışmada KB ve ST'de dayanıklılık antrenmanlarında şiddet kriteri olarak kullanılan 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 mmol gibi spesifik LA konsantrasyonlarına karşılık gelen koşu hızları ve KAH cevapları dikkate alınmıştır. Koşu bandındaki koşu egzersizlerinin adım frekansı, adım uzunluğu, uçuş fazı gibi kinematik bileşenleri ile sabit zeminde yapılan koşu aktivitelerinin kinematik bileşenlerinin farklılaştığı bilinmektedir (Schache ve ark., 2001; Wank ve ark., 1998). Koşu bandı ve sabit zemindeki kinematik farklılaşmaların fizyolojik cevaplara nasıl yansıdığı ve bu farklılaşmalar ile fizyolojik cevaplar arasındaki bağıntılar tam olarak incelenmemiştir. Laboratuvar testleri ile saha testlerinde verili bir KAH, LA, VO₂ veya koşu hızı gibi spesifik şiddet kriterlerine verilen fizyolojik cevaplar bazı çalışmalarda önemli derecede farklı (Verges ve ark., 2003; Verges ve ark., 2006), bazılarında benzer bulunmuştur (Girard ve ark., 2006). Bulgular arasındaki çelişkiler; spor dalına özgü testler ve buna bağlı olarak kullanılan egzersiz tipleri, aktifleşen kas kitlesi, laboratuvar testi protokolleri, testlerde kullanılan submaksimal şiddet kriterleri ve bu şiddet kriterlerinde incelenen fizyolojik cevap parametreleri, analiz sistemleri ve araç gereç, sporcunun antrenman durumu ve saha testlerinin yapıldığı ortamın çevresel koşulları (nem, rüzgar, zemin vb.) arasındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Spesifik LA konsantrasyonlarına karşılık gelen koşu hızları, KB'de ST'ye göre sis-

tematik olarak yüksek olmasına rağmen sadece 4.0 mmol.L⁻¹ sabit laktat eşiğine karşılık gelen koşu hızı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 3). Sabit LA konsantrasyonlarına karşılık gelen KAH'lar koşu hızlarından biraz farklıdır. 2.0 ve 2.5 ve 3.0 mmol.L⁻¹ LA'ya karşılık gelen KAH'lar benzer; 3.5 ve 4.0 mmol.L⁻¹ LA'ya karşılık gelen KAH'lar, KB'de ST'den önemli derecede yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, aynı bireyler 4.0 mmol sabit laktat konsantrasyonundaki koşu hızı ve KAH dikkate alınarak değerlendirildiğinde, aerobik özellikler açısından laboratuvar ortamında saha ortamına göre daha antrenmanlı oldukları şeklinde yorumlara neden olabileceğini göstermektedir. Girard ve ark., (2006)'nın 16 yaş grubu bölgesel ve milli seviyede yarışmalara katılan tenisçilerde yaptıkları çalışmanın solunumsal eşiğe karşılık gelen submaksimal şiddetle ilgili bulguları, bu çalışmada 4.0 mmol sabit laktat eşiğinin altındaki şiddetler için elde edilen bulgulara paraleldir. Araştırmacılar koşu bandında ve tenise özgü koşu egzersizleri içeren saha testinde solunumsal eşiğe karşılık gelen submaksimal şiddetlerdeki VO₂ ve KAH' da anlamlı bir fark saptamamışlardır. Benzer şekilde bu değerleri VO_{2maks}'a ve KAH_{maks}'a oranladıklarında da koşu bandı ve saha testi yüzde oranları arasında anlamlı bir fark gözlememişlerdir. Tekerlekli kayakçılarda sezon öncesi ve sonrasında koşu bandında ve sahada yapılan ölçümlerde KAH_{maks}'ın % 70, 80 ve 90'ına karşılık gelen şiddetlerde sahada ölçülen VO₂ sadece sezon öncesinde önemli derecede düşük, buna karşılık % 90 KAH_{maks}'da ölçülen LA her iki dönemde de önemli derecede yüksek bulunmuştur (Verges ve ark., 2006). Genç

futbolcularda portatif oksijen analizörü ile sürekli ve kesintili Yo-Yo testinde sahada ölçülen VO_{2maks} değerleri koşu bandında ölçülenlerden önemli derecede düşük bulunmuştur (Metaxas ve ark., 2005). Tenisçilerde yapılan bir başka çalışmada 35, 40 ve 45 ml.kg⁻¹.dk⁻¹ VO₂'ye karşılık gelen koşu bandı egzersizlerinde ölçülen LA ve dakika ventilasyonu(V_E), tenisçiler için geliştirilen spesifik test esnasında aynı oksijen tüketimindeki LA ve V_E'den önemli derecede yüksek bulunmuştur (Smekal ve ark., 2000). Aynı çalışmada saha ve laboratuvar testlerinden hesaplanan bireysel anaerobik eşiğe karşılık gelen KAH, V_E, VO₂, LA ve V_E/VO₂ değerleri arasında da anlamlı farklar saptanmıştır. Benzer şekilde tekerlekli kayakçılarda 147 atım.dk⁻¹ ve 182 atım.dk⁻¹ KAH'lara karşılık gelen şiddetlerde saha testinden elde edilen LA cevapları koşu bandından önemli derecede yüksek bulunmuştur (sırasıyla 147 atım.dk⁻¹ KAH için ortalama 0.2 mmol.L⁻¹ ve 182 atım.dk⁻¹ KAH için ortalama 4.9 mmol.L⁻¹ LA) (Verges ve ark., 2003).

Bu araştırmanın bulguları, saha ve laboratuvar ortamında yüksek tempoda koşu egzersizlerine verilen fizyolojik cevapların önemli derecede farklı olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, aerobik performansın değerlendirilmesinde saha ve laboratuvar ortamından elde edilen bulguların karşılaştırılabilir olmadığı ve aerobik antrenmanlar için laboratuvar koşullarında elde edilen ölçümler üzerinden programlanan antrenmanların saha koşullarında uygulanamayacağı; saha koşullarında elde edilen cevapların da, laboratuvar bulgularıyla karşılaştırılmasının sakıncalı olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Yazışma adresi (Corresponding Address)

Dr. Tahir HAZİR

Hacettepe Üniversitesi

Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

06800 Beytepe/ANKARA

e-posta:thazir@hacettepe.edu.tr

KAYNAKLAR

- Bassett, D.R. Jr, Giese, M.D., Nagle, F.J., Ward, A., Raab, D.M. & Balke, B. (1985). Aerobic requirements of overground versus treadmill running. **Med Sci Sports Exerc.**, 17, 477-81.
- Berthoin, S., Pelayo, P., Lensele-Corbeil, G., Robin, H. & Gerbeaux, M. (1996). Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. **Int J Sports Med.**, 17, 525-9.
- Berthon, P., Dabonneville, M., Fellmann, N., Bedu, M. & Chamoux, A. (1997). Maximal aerobic velocity measured by the 5-min running field test on two different fitness level groups. **Arch Physiol Biochem.**, 105, 633-9.
- Billat, V.L., Slawinski, J., Bocquet, V., Demarle, A., Lafitte, L., Chassaign, P. & Koralsztein, J.P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **Eur J App Physiol.**, 81, 188-96.
- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J.C., Hue, O. & Wisloff, U. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. **Br J Sports Med.**, 38, 191-6.
- Demarle, A.P., Heugas, A.M., Slawinski, J.J., Tricot, V.M., Koralsztein, J.P. & Billat, V.L. (2003). Whichever the initial training status, any increase in velocity at lactate threshold appears as a major factor in improved time to exhaustion at the same severe velocity after training. **Arch Physiol Biochem.**, 111,167-76.
- Dassonville, J., Beillot, J., Lessard, Y., Jan, J., Andre, A.M., Le Pourcelet, C., Rochcongar, P. & Carre, F. (1998). Blood lactate concentrations during exercise: effect of sampling site and exercise mode. **J Sports Med Phys Fitness.**, 38, 39-46.
- Edwards, A.M., Clark, N. & Macfadyen, A.M. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. **J Sports Sci Med.**, 2, 23-9.
- Fox, E.L., Bowers, R.W. & Foss, M.L. (1988). **The Physiological Basis of Physical Education and Athletics**. Fourth Edition, Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Frishberg, B.A. (1983). An analysis of overground and treadmill sprinting. **Med Sci Sports Exerc.**, 15, 478-85.
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J.P. & Millet, G.P. (2006). Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. **Br J Sports Med.**, 40, 791-6.
- Howley, E.T., Bassett, D.R. Jr. & Welch, H.G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Med Sci Sports Exerc.**, 27, 1292-301.

- Janssen, P. (2001). **Lactate Threshold Training**. Champaign: Human Kinetics.
- Kenefick, R.W., Mahood, N.V., Mattern, C.O., Kertzer, R. & Quinn, T.J. (2002). Hypohydration adversely affects lactate threshold in endurance athletes. **J Strength Cond Res.**, 16, 38-43.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J.M., Nielsen, J.J. & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. **Med Sci Sports Exerc.**, 38, 1666-73.
- Langfort, J., Czarnowski, D., Zendzian-Piotrowska, M., Zarzeczny, R. & Gorski, J. (2004). Short-term low-carbohydrate diet dissociates lactate and ammonia thresholds in men. **J Strength Cond Res.**, 18, 260-5.
- Langfort, J., Zarzeczny, R., Pilis, W., Nazar, K. & Kaciuba-Uscitko, H. (1997). The effect of a low-carbohydrate diet on performance, hormonal and metabolic responses to a 30-s bout of supramaximal exercise. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.**, 76(2), 128-33.
- Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **J Sports Sci.**, 6(2), 93-101.
- McCaughan, H.M., McRae, R.Z. & Smith, H.K. (2000). The stability of lactate concentration in preserved blood microsamples. **Int J Sports Med.**, 21, 37-40.
- MacDougall, J.D. & Wenger, H.A.(1991). The purpose of physiological testing. In: J.D. MacDougall, H. A. Wenger, H. J. Green (Eds.) **Physiological Testing of the High-Performance Athlete** (ss.1-6), Champaign, IL:Human Kinetics.
- McMillan, K., Helgerud, J., Grant, S.C., Newell, J, Wilson, J., Macdonald, R. & Hoff, J. (2005). Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. **Br J Sports Med.**, 39, 432-6.
- McMiken, D.F. & Daniels, J.T. (1976). Aerobic requirements and maximum aerobic power in treadmill and track running. **Med Sci Sports.**, 8, 14-7.
- Medbo, J.I., Mamen, A., Holt Olsen, O. & Evertsen, F. (2000). Examination of four different instruments for measuring blood lactate concentration. **Scand J Clin Lab Invest.**, 60, 367-80.
- Metaxas, T.I., Koutlianos, N.A., Kouidi, E.J. & Deligiannis, A.P. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. **J Strength Cond Res.**, 19, 79-84.
- Ohkuwa, T., Kato, Y., Katsumata, K., Nakao, T. & Miyamura, M. (1984). Blood lactate and glycerol after 400-m and 3,000-m runs in sprint and long distance runners. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.**, 53(3), 213-8.
- Sabapathy, S., Morris, N.R. & Schneider, D.A. (2006). Ventilatory and gas-exchange responses to incremental exercise performed with reduced muscle glycogen content. **J Sci Med Sport.**, 9, 267-73.
- Schache, A.G., Blanch, P.D., Rath, D.A., Wrigley, T.V., Star, R. & Bennell, K.L. (2001). A comparison of overground and treadmill running for measuring

the three-dimensional kinematics of the lumbo-pelvic-hip complex. ***Clin Biomech (Bristol, Avon)***, 16, 667-80.

Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S.P., Baron, R., Tschan, H. & Bachi, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. ***Int J Sports Med.***, 21, 242-9.

Thin, A.G., Hamzah, Z., FitzGerald, M.X., McLoughlin, P. & Freaney, R. (1999). Lactate determination in exercise testing using an electrochemical analyser: with or without blood lysis? ***Eur J Appl Physiol Occup Physiol.***, 79(2), 155-9.

Verges, S., Flore, P. & Favre-Juvin, A. (2003). Blood lactate concentration/heart rate relationship: laboratory running test vs field roller skiing test. ***Int J Sports Med.***, 24, 446-51.

Verges, S., Flore, P., Laplaud, D., Guinot, M. & Favre-Juvin, A. (2006). Laboratory running test vs. field roller skiing test in cross-country skiers: a longitudinal study. ***Int J Sports Med.***, 27, 307-13.

Wank, V., Frick, U. & Schmidtbleicher, D. (1998). Kinematics and electromyography of lower limb muscles in over-ground and treadmill running. ***Int J Sports Med.***, 19, 455-61.

Williams, J.R., Armstrong, N. & Kirby, B.J. (1992). The influence of the site of sampling and assay medium upon the measurement and interpretation of blood lactate responses to exercise. ***J Sports Sci.***, 10(2), 95-107.