

## MODİFİYE MEKİK KOŞUSU TESTİNİN GÜVENİRLİĞİ VE GEÇERLİĞİ

Abdulkadir HIZAL\*, Caner AÇIKADA\*\*, Tahir HAZIR\*\*  
Cevdet TINAZCI\*\*

(\*) Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

(\*\*) Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

### ÖZET

*Bu çalışmanın amacı, takım sporlarında maksimal aerobik gücün ve anaerobik koşu hızının belirlenmesinde kullanılması düşünülen Modifiye Mekik Koşusu (MMK) testinin güvenilirliği ve geçerliğinin incelenmesidir.*

*Birinci ligde oynayan 10 bayan hentbol oyuncusundan oluşan araştırma grubuna (yaş:  $21.2 \pm 1.5$  yıl; boy:  $167.7 \pm 9.5$  cm; vücut ağırlığı:  $65.3 \pm 7.1$  kg) birer hafta ara ile üç test yapılmıştır. İlk iki hafta sporculara rastgele sıra ile mekik koşusu (MK) ve MMK testleri uygulanmıştır. Üçüncü hafta rastgele olarak seçilen 7 sporcu ikinci kez MMK testine girmişlerdir. MMK; 8, 10, 11 ve 12 km/s hızda, birer dakika dinlenme aralıklarıyla 3 dk'lık koşu hızlarında yapılmıştır. 3 dk'lık koşularda kalp atım hızları (KAH) Polar saatleriyle kayıt edilmiş, dinlenme aralıklarına kulak memesinden alınan bir damla kanla tam kan laktik asit değerine bakılmıştır.*

*MMK testinde ölçülen test-retest kalp atım hızı (KAH), laktik asit (LA), anaerobik eşik (AE) ve anaerobik eşik KAH (AE-KAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. LA cevapları hariç, diğer tüm değişkenlerin test-retest korelasyon katsayıları önemli derecede yüksektir ( $p < 0.05$ ). Düşük hızlardaki LA cevapları arasındaki korelasyon katsayısı yüksek iken, yüksek hızlarda düşük bulunmuştur.*

*MK ile MMK egzersiz sonrası LA cevapları arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ( $r = 0.14$ ;  $p > 0.05$ ). MMK'dan elde edilen AE koşu hızı ve AE-KAH ile MK'da ölçülen mekik sayısı arasındaki ilişkiler sırasıyla  $r = 0.737$ ;  $p > 0.05$  ve  $r = 0.532$ ;  $p > 0.05$  gibi orta derecede olmakla beraber anlamlı değildir. Aynı şekilde, MMK'da her koşu hızında ölçülen KAH ile MK'da karşılık gelen hızlarda ölçülen KAH arasında fark olmamakla beraber, anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.*

*MMK, farklı hızlarda LA ve KAH tepkisini ölçmek için kullanılacak bir testtir. MMK testinin güvenilir ancak yarattığı metabolik cevaplar açısından MK'dan farklı olduğu söylenebilir.*

**Anahtar Kelimeler:** Güvenirlik, Geçerlik, Kalp Atım Hızı, Laktik Asit, Anaerobik Eşik, 20 m Mekik Koşu, Modifiye Mekik Koşusu.

### VALIDITY AND RELIABILITY OF THE MODIFIED PROGRESSIVE SHUTTLE RUN TEST

#### ABSTRACT

*The purpose of this study was to examine the validity and the reliability of the modified progressive shuttle run (MMK), which is designed to be used in measuring maximal aerobic power and anaerobic threshold running velocity.*

## Hızal, Açıkada, Hazır, Tımazcı

10 female handball players (Age:  $21.2 \pm 1.5$  years, height:  $167.7 \pm 9.5$  cm, body weight:  $65.3 \pm 7.1$  kg) from a first division team were volunteered for the study. The subjects were taken to three measurements with one week interval between the measures. During the first two weeks two measurements, namely MMK and Progressive Shuttle Run tests (MK) were given in random order. During the third week, the MMK was given second time to randomly chosen 7 subjects. MMK was run at 8, 10, 11, and 12 km/h velocities for 3 minutes at each speed with one minute rest in between them. Heart rate (HR) was recorded by Polar watches, and by having a drop of blood from an ear lobe whole blood lactic acid (LA) analysis was made.

In MMK test retest measures there was no statistically significant difference between heart rate, lactic acid, anaerobic threshold (AT) and anaerobic threshold HR (AT-HR) values. Except for the LA, all the other test and retest results showed significant correlation ( $p < 0.05$ ). Although the test retest results showed high correlation at low velocities, the correlation was low at higher velocities.

There was no correlation between the post test LA results of MK and MMK tests ( $r = 0.14$ ,  $p > 0.05$ ) AT velocity, and AT-HR values obtained from MMK showed no correlation with the number of shuttle runs obtained from MK ( $r = 0.737$ ,  $p > 0.05$  and  $r = 0.532$ ,  $p > 0.05$ ). Similarly the HR values obtained from MMK and MK at corresponding velocities, although there was no difference, there was no correlation between them.

MMK can be used in determination of HR and LA at different running velocities. It has been concluded that although the MMK test was reliable the metabolic responses obtained were different than the MK test.

**Key words:** Reliability, validity, heart rate, lactic acid, anaerobic threshold, 20 m shuttle run, modified shuttle run.

## GİRİŞ

Takım sporlarında başarı önemli ölçüde aerobik dayanıklılık gerektiren bir özelliğe sahiptir. Oyunun düzensiz aralıklarla hızlı oyun yapısı; alaktik ve laktik anaerobik enerjiye bağımlılığı ön plana çıkarırken, organizmaya yapılan bu tür zorlanmaların arkasına dinlenme ve yenilenmenin sağlanması ve bir sonraki yüklenme için hazır olabilmenin, aerobik sisteme dayalı olduğu bilinmektedir (Mathews ve Fox, 1976; Astrand ve Rodahl, 1985). Dayanıklılığın önemli bir göstergesi olarak en önemli fizyolojik kriterin maksimal oksijen kullanımı ( $VO_2$  max) olduğu söylenmekle beraber; bir dayanıklılık performansında, performansın en önemli belirleyicilerinden birisinin Anaerobik Eşik (AE) olduğu ve bunun koşu veya çalışma hızını belirlediği bilinmektedir (Janssen, 1989). Bu nedenle, bir takım sporunda dayanıklılık; düzensiz aralıklarla ard arda sergilenen farklı oyun davranışlarının sayısı ve kalite olarak oyunun dikte ettirdiği oyun düzeni ve kalitesinde devam ettirilebilmesi olarak açıklanabilir. Buna bağlı olarak hareketlenebilecek laktik anaerobik metabolizma ve meydana gelecek laktik asid miktarı ile AE'e bağlı olarak dikte edilecek oyun hızı; oyuncunun hızlı oyun oynama veya özel dayanıklılığını belirleyebilecek öğeler olacaktır.

AE,  $VO_2$  max'ın kullanılabilen oranı (%) olarak ifade edilmektedir. Birçok araştırmacı AE noktasını kanda 4 mmol/L LA düzeyi olarak açıklamışlardır (Steggemann ve Kindermann, 1982; Mader ve Heck, 1986). Buna bağlı olarak sporcunun bu LA düzeyindeki çalışma veya koşu hızı; performans değerlendirmesi yönünden daha güvenilir bir fizyomekanik kriter olarak görülmektedir. Conconi ve ark. (1982) AE koşu hızını belirlemek için invazif olmayan bir test önermişlerdir. Önerilen test, 8 km/s hızdan başlayarak, her 200 metrede koşu hızının 0.5 km/s

arttırılmasına karşılık kalp atım hızı (KAH) cevabına dayalı olarak AE düzeyinin belirlenmesidir. Bu belirleme, linear artan koşu hızına karşılık, önceleri linear artış gösteren KAH'nın, bir noktadan sonra lineerliğinin bozulduğu ve ayrılma gösterdiği nokta olarak yapılmaktadır. Elde edilen nokta, AE KAH değeri ve bu noktadaki koşu hızı da AE koşu hızını ifade ederken; bu noktanın 4 mmol/L LA düzeyinde meydana geldiği varsayılmaktadır (Conconi ve ark. 1982). Conconi Testinin gerek orijinal (Conconi ve ark. 1982), gerekse modifiye edilmiş kriterleri dikkate alınarak (Conconi ve ark., 1996) testin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar; AE noktasıyla ilgili bilgi vermekle beraber, farklı koşu hızları ve buna bağlı olarak KAH ve LA etkileşimi yönlerinden yetersiz kalmaktadır.

VO2 max'ın saha koşullarında belirlenmesi için değişik saha testleri uygulanmaktadır. Bunlardan bir tanesi Cooper Testidir. Ancak bu test VO2 max'la ilgili bir fikir vermekle birlikte, koşu hızı, KAH, LA gibi çalışma kapasitesinin göstergesi olan cevaplara ait bilgi vermemektedir. Diğer taraftan koşu temposunun iyi ayarlanamaması halinde laktik anaerobik metabolizmanın erken devreye girmesine bağlı olarak yorgunluğun istenilenden erken ortaya çıkmasına ve 12 dakikada koşulacak mesafenin koşulabilecekten daha kısa olmasına neden olmaktadır (Astrand ve Rodahl, 1985). Bunun yanısıra, dayanıklılık performansının fizyolojik göstergelerinden biri olan AE'le ilgili bilgi vermemektedir.

Progresif Mekik Koşusu (MK) son yıllarda VO2 max'ın saha koşullarında belirlenmesi için geliştirilmiş olan bir testtir. 8 km/s hızla başlayarak, 20 metrelik bir parkurda gidip gelinerek koşulan testte, her dakika koşu hızı 0.5 km/s arttırılmaktadır. Artan koşu temposuyla koşulabilen 20 metre sayısından VO2 max predikte edilmektedir (Leger ve ark., 1983; Leger ve ark., 1988, Ahmaidi ve ark., 1992). Bu test de artan koşu hızına bağlı olarak metabolik cevaplar konusunda antrenman için kullanılabilir bilgi vermemektedir.

Saha koşullarında AE noktasının LA de verecek şekilde belirlendiği testlerin yüzücülerde (Maglischo ve ark., 1982; Smith ve ark., 1984; Olbrecht ve ark. 1988, Riberio ve ark., 1990; Wakayoshi ve ark., 1992; Wakayoshi ve ark., 1993; Wright ve Smith, 1994), atletlerde (Tanaka ve Matsura, 1984; Robinson ve ark., 1991), kürekçilerde (Beneke, 1995) ve bisikletçilerde (Jenkins ve Quigley, 1990) uygulandığını görmekteyiz. Uygulanan protokollerin standart olmadığını, her spor dalında farklılaştığı gibi, spor dalı içerisinde de farklı protokollerin uygulandığı gözlenmektedir. Hentbol gibi bir takım sporunda dayanıklılığın kontrolü, geliştirilmesi ve antrenman şiddetlerinin belirlenebilmesi amaçlı, farklı koşu hızlarında elde edilen KAH ve LA değerlerinden AE değerinin belirlenebildiği bir teste rastlanmamıştır.

Buradan hareketle, yapılan çalışma bayan hentbolcular için 4 mmol/L LA noktasının kestirilmesinde ve farklı koşu hızlarına verilen LA ve KAH cevaplarının tekrarlayan ölçümlerde benzer sonuçlar verip vermediğinin incelenmesini amaçlamaktadır.

## **YÖNTEM**

**Denekler:** Çalışmaya 1. Bayanlar Hentbol Liginde 10 bayan oyuncu (yaş: 21.2±1.5 yıl;

## Hızal, Açıkada, Hazır, Tmazcı

boy: 167.7±9.5 cm; vücut ağırlığı: 65.3±7.1 kg) gönüllü olarak katılmıştır. Deneklerin sağlık kontrolleri ve EKG çekimleri sonucunda bir patolojiye rastlanmamıştır.

Araştırma grubuna bir hafta arayla üç kez test uygulanmıştır. Testlerin birbiri üzerindeki etkilerini sabitleştirmek için birinci bölümde; rastgele yöntemle belirlenen 5 denek MK, kalan 5 denek ise MMK testine girmişlerdir. İkinci bölümde; birinci bölümde MK testine giren sporcular MMK, MMK testine girenler ise MK testine girmişlerdir. Böylece 10 sporcunun her iki teste girmeleri sağlanmıştır. Üçüncü bölümde, 10 sporcu arasından rastgele seçilen 7 sporcuya tekrar MMK testi uygulanmıştır. Testler müsabaka sezonunda maçlara ara verildiği dönemde, öğleden sonra, kapalı spor salonunda yapılmıştır. Sporculara her testten 1.5-2.0 saat önce, kan ve kas karbonhidrat rezervlerinin sporcular arasında farklı olmasına bağlı olarak dayanıklılıklarının etkilenmesini engellemek amacıyla (Astrand ve Rodahl, 1985) 400-450 kkal'lik karbonhidrat içeriği zengin standart besin verilmiştir.

**Mekik Koşusu:** Bu test Eurofit Test Bataryası (Eurofit, 1988) yönergesine uygun olarak yapılmıştır. MK testinde sporcular 20 m'lik bir parkurda 8 km/s başlangıç hızında ve her 1 dk'da 0.5 km/s artacak şekilde süreli olarak koşarlar. Koşu temposu bir zaman sayıcı ve sinyal üretici yardımı ile ayarlanır. Teste giren sporcunun her sinyalde 20 m'lik parkuru tamamlaması istenir. Sinyal geldiğinde 20 m'yi belirleyen çizgilerin bir metre önündeki çizgilere iki kez üst üste ulaşamayan sporcu için test sonlandırılır. Bu çalışmada test protokolüne uygun koşu temposu Pro Tmr Esc 1000 Sport Test Timer'dan (Tümer Elektronik, Ankara, Türkiye) elde edilen sinyaller yardımıyla sağlanmıştır.

**Modifiye Mekik Koşusu:** Bu test de orijinal testte olduğu gibi 20 m'lik parkurda yapılmıştır. Sporcular 8, 10, 11 ve 12 km/s hızlarda 3 dk koşturulmuş, aralarda 1 dk dinlendirilmiştir. Bu protokol MK'da kullanılan Pro Tmr Esc 1000 Sport Test Timer cihazına programlanmış ve buradan elde edilen tempo sinyalleri yardımıyla sporcular koşturulmuştur. Koşu sürelerinin 3 dakika seçilmesi, aerobik metabolizmanın çalışma tempo veya şiddetine uyumu için gereken minimum süre olduğu düşüncesinden (Astrand ve Rodahl, 1985) hareket edilmiştir.

**Kalp Atım Hızı ve Laktik Asit Ölçümleri:** Dinlenik ve egzersiz sırasında KAH cevapları 5 sn. aralıklı olarak telemetrik monitörlerin (Polar Sport Tester, Finland) hafızasına kayıt edildikten sonra bilgisayara aktarılarak analiz edilmiştir. Dinlenik ve egzersizlere ait LA cevapları kulak memesinden alınan bir damla tam kan (50µl) örneğinden güvenilirliği, doğruluğu ve lineariitesi kanıtlanmış ve fotometrik bir yöntemle (Accusport, Beohringer Mannheim) ölçülmüştür (Fell ve ark., 1998). LA ölçümleri için kan örnekleri; MK'da dinlenik ve test bittikten sonra 1 dk içerisinde, MMK testlerinde dinlenik ve her yüklenme sonrası verilen 1 dk'lık dinlenmeler sırasında alınmıştır. Daha sonra koşu hızı-laktat grafiğinden 4 mmol sabit laktat eşiğine karşılık gelen anaerobik eşik hızı, KAH-laktat grafiğinden de anaerobik eşik hızındaki KAH saptanmıştır.

**Verilerin Analizi:** Tanımlayıcı istatistik (ortalama, standart sapma) yapıldıktan sonra tekrarlı ölçümler arasındaki farklar Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi ile, değişkenler arasında-

## Modifiye Mekik Koşusu

daki ilişkiler ise Pearson Product Moment Korelasyon Katsayısı ile araştırılmıştır. İstatistik işlemler SPSS paket programıyla yapılmış, 0.05 yanılma düzeyi kullanılmıştır.

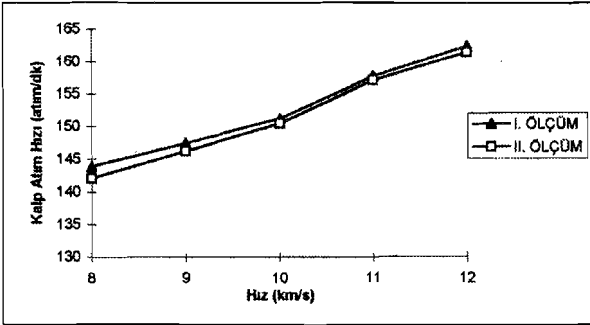
### BULGULAR

Bu çalışmada MMK testinin takım sporlarında (Hentbol Oyunun) aerobik güç ve anaerobik eşik koşu hızını belirlemede kullanılıp kullanılmayacağı ve testin güvenilirliği çalışılmıştır. MMK'da I. ve II. testlerde farklı hızlarda ölçülen KAH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo 1 ve Şekil 1). Aynı ölçümlerde KAH arasındaki ilişkiler tüm hız değerlerinde anlamlı derecede yüksektir (Tablo 1).

**Tablo 1:** MMK'da I. ve II. ölçümlerde koşu hızlarında KAH ( $\bar{X} \pm SD$ ) değerleri ve korelasyon katsayıları (n:7)

Hız (km/s)	8	10	11	12
I. Ölçüm KAH (Atım/dk)	143.8±10.79	151.2±10.9	157.7±10.83	162.4±10.5
II. Ölçüm KAH (Atım/dk)	142.0±7.79	150.4±6.4	157.1±6.94	161.4±6.92
r	0.954*	0.948*	0.965*	0.968*

\*p<0.01



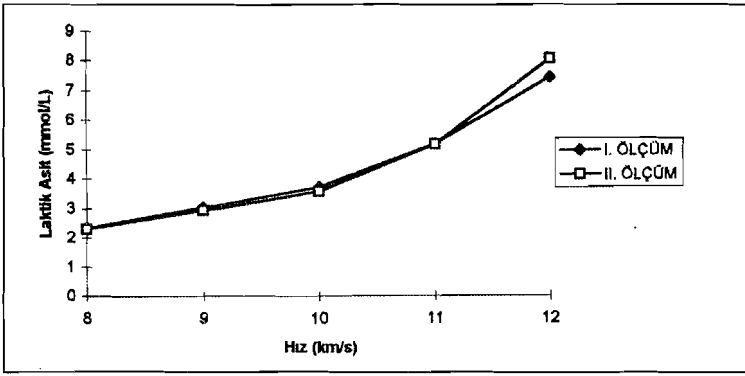
**Şekil 1:** Farklı Hızlarda KAH Tepkisinin Grafik Olarak Görünümü.

Her bir koşu temposunda elde edilen LA cevaplarının test-retest değerleri arasında da anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 2). Test-retest korelasyon katsayıları incelendiğinde düşük koşu tempolarında anlamlı yüksek ilişki saptanırken, yüksek hız değerlerinde laktat cevapları arasındaki ilişkiler zayıflamıştır (Tablo 2 ve Şekil 2). Bununla beraber Tablo 3'de verilen AE koşu hızı ve AE-KAH'na ait test-retest sonuçları incelendiğinde I. ve II. ölçümde saptanan AE koşu hızı ve AE-KAH arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmadığı gibi, her iki ölçüm değerleri arasında yüksek anlamlı ilişki bulunmuştur (Tablo 3).

**Tablo 2:** MMK'da I. ve II. ölçümlerde koşu hızlarında LA değerleri ( $\bar{X}\pm SD$ ) ve korelasyon katsayıları (n:7).

Hız (km/s)	Dinlenik	8	10	11	12
I. Ölçüm LA (mmol/L)	1.68±0.45	2.33±0.34	3.69±0.62	5.17±1.39	7.41±1.59
II. Ölçüm LA (mmol/L)	1.79±0.54	2.29±0.53	3.54±0.85	5.16±1.30	8.03±3.39
r	0.52	0.851*	0.879*	0.659	0.239

\*p<0.05



**Şekil 2:** Farklı Hızlarda LA Tepkisinin Grafik Olarak Görünümü.

**Tablo 3:** MMK'da I. ve II. ölçümlerde saptanan AE ve AE-KAH değerleri ( $\bar{X}\pm SD$ ) ile korelasyon katsayıları (n:7).

	AE (m/sn)	AE-KAH (Atım/dk)
I. Ölçüm	2.83±0.17	180.43±12.57
II. Ölçüm	2.86±0.21	176.29±9.91
r	0.875*	0.874*

\*p<0.01

MK'da ölçülen dinlenik ve egzersiz sonrası LA ile mekik sayısı ve koşu mesafesi Tablo 4'de verilmiştir. MK ile MMK egzersiz sonrası LA cevapları arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (r:0.14; p>0.05). MMK'dan elde edilen AE koşu hızı ve AE-KAH ile MK'da ölçülen mekik sayısı arasındaki ilişkiler sırasıyla r=0.737, p>0.05 ve r=0.532, p>0.05 gibi orta derecede olmakla beraber anlamlı değildir. Benzer şekilde MMK'da her hız değerinde ölçülen KAH ve MK'da aynı hızlara karşılık gelen KAH arasında fark olmamakla beraber, anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (Tablo 5).

## Modifiye Mekik Koşusu

**Tablo 4:** MK'da ölçülen dinlenik, egzersiz sonrası LA, koşu mesafesi ve mekik sayısı (n:10).

	$\bar{X}$	SD
Dinlenik LA (mmol/L)	1.65	0.31
Egzersiz Sonrası (mmol/L)	8.45	2.02
Mekik Sayısı	75.7	12.41

**Tablo 5:** MMK'da farklı hızlarda ölçülen KAH ve MK'da karşılık gelen koşu hızlarında ölçülen KAH değerleri ( $\bar{X}\pm SD$ ) ve korelasyon katsayıları.

Hız (km/s)	8 (n:10)	10 (n:10)	11 (n:10)	12 (n:6)
MMK KAH (Atım/dk)	140.8 $\pm$ 10.95	149.7 $\pm$ 10.5	157.1 $\pm$ 10.07	161.43 $\pm$ 6.92
MK KAH (Atım/dk)	126.8 $\pm$ 13.61	150.3 $\pm$ 8.54	161.4 $\pm$ 8.04	168.5 $\pm$ 8.45
r	0.301	0.116	0.314	0.655

## TARTIŞMA

Oyun sporlarının aerobik temelli bir dayanıklılık yapısı üzerine, anaerobik karakter gösteren yön değiştirmeler, hızlanma ve yavaşlamalar, rakiple mücadele, sıçrama ve diğer beceriler; oyunun yapısına kısa mesafeler içerisinde kesikli ve duraksamalı bir özellik vermektedir. Bu nedenle dayanıklılık özelliğini test edecek ve antrenman için kriter olacak testin; oyun sporlarının bu özelliklerini dikkate alması gerekmektedir. Bir kısım araştırmacı, oyun sporları için sürekli ve düz koşu oluşturan testleri oyun sporları için modifiye etmeye çalışmışlardır (Probst, 1988; Hofmann ve ark. 1989; Casaburi ve ark. 1995). Bu çalışmada da aralık verilmeden yapılan ve hızı her dakika 0.5 km/s artan MK'da elde edilen KAH ve LA değerleri, 3 dakika süren ve bir dakika ara verilen ve MK'dan hareketle değiştirilen MMK testinde elde edilen KAH ve LA değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. İlişki gözlenmemesinin nedeni; MMK'da 3 dakika sabit koşu hızı ve artışlar arasında bir dakika ara verilmesi, MK'da gözlenen metabolik zorlanmadan daha farklı bir zorlanma yaratmaktadır. MMK'na oranla MK'da elde edilen daha yüksek KAH (MMK: 161.43 $\pm$ 6.92 atım/dk, MK: 168.5 $\pm$ 8.45 atım/dk) ve LA değerleri (MMK: 7.41 $\pm$ 1.59 mmol/L, MK: 8.45 $\pm$ 2.02 mmol/L) kısmen bu düşüncüyü desteklemektedir.

Temel dayanıklılığın gelişimi ve bunun fiziksel iş kapasitesine (Koşu hızı) aktarılabilirdiğini gözlemek ve birden fazla metabolik cevapla değişimi kriterlendirmek; Conconi, 12 dakika koşusu veya MK ile mümkün değildir. Daha önemlisi; farklı koşu hızlarına verilen metabolik hızlardan hareketle, yapılması düşünülen antrenmanın istenilen şiddette yapılmasının metabolik cevaplara göre ayarlanması yukarıda sayılan diğer saha testleriyle mümkün değildir. MMK'nun düşük hızdan başlayarak (8 km/s) bayan hentbol oyuncularını için yüksek hız

## *Hızal, Açıkada, Hazır, Tınazcı*

dayanabilecek 12 km/s hıza çıkması ve artan hızlarda LA ve KAH cevaplarını verebilmesi; bu hız değerleri arasında değişen antrenman metodlarının koşu hızına etkisini doğrudan gözlemeye fırsat verebileceğini düşündürmektedir. Ancak bu çalışmada KAH değerleri tekrar edilebilirlik yönünden tüm koşu hızlarında daha güvenilir olurken; LA değerleri düşük hızlarda tekrar edilebilirlik, yüksek hızlarda güvenilirliği zayıflamaktadır (Tablo 1 ve Tablo 2).

MK laboratuvar koşullarında elde edilen VO<sub>2</sub> max değerini, saha koşullarında elde etmek ve farklı aerobik kapasitesi olan kişilerin VO<sub>2</sub> max'larına ilişkin indirek bilgi veren bir test olarak geliştirilmiştir (Leger ve ark. 1983; Leger ve ark. 1988). Ancak VO<sub>2</sub> max değeri, aerobik kapasiteyle ilgili bilgi vermekle beraber (Astrand ve Rodahl, 1988), antrenmanı değerlendirmek ve antrenman şiddetini ayarlayabilmek yönlerinden bilgi vermemektedir. Bunun yanı sıra, VO<sub>2</sub> max, aerobik kapasiteye ilişkin bilgi vermekle beraber performans yönünden dayanıklılığı kriterlendirmede iyi bir parametre değildir (Wasserman ve ark., 1973). Bu nedenle AE, VO<sub>2</sub> max'a göre dayanıklılık performansını kriterlendirmede daha uygun bir kriterdir. AE, VO<sub>2</sub> max'ın büyük yüzdesinin kullanılabilme yeteneği olarak açıklanmaktadır (Astrand ve Rodahl, 1988). AE noktasını değerlendirmede, kullanılan VO<sub>2</sub> miktarından çok; koşu hızı ve KAH değerinin elde edilmesi, antrenmanı ve dayanıklılık gelişimini kriterlendirmede daha önemli bir parametredir (Janssen, 1989). Ancak, bu güne kadar yapılan çalışmalarda yüzücüler (Maglischo ve ark., 1982; Smith ve ark., 1984; Olbrecht ve ark., 1988; Riberio ve ark., 1990; Wakayoshi ve ark., 1992; Wakayoshi ve ark., 1993; Wright ve Smith, 1994) bisikletçiler (Jenkins ve Quigley, 1990), kürekçiler (Beneke, 1995) ve koşucular (Tanaka ve Matura, 1984; Robinson ve ark., 1991) için saha koşullarında uygulanabilecek testler üzerinde çalışılmış olmakla beraber; oyun sporları için geliştirilmiş bir teste rastlanmamıştır. Laboratuvar koşullarında yapılan ölçümlerin saha koşullarında yapılanlara oranla daha güvenilir olmakla beraber; laboratuvar koşullarını yaratmak, malzeme temin etmek ve daha önemlisi hızlı bilgi elde etmek yönlerinden önemli sınırlılıklar getirmektedir. Bununla birlikte öngörülmekte olan bu protokol, saha koşullarında kullanılması öngörülen bir LA analizörünü ve tempo koşu hızını ayarlayan bir tempo vericiyi gerektirmektedir. Burada kullanılmış olan Accusport, doğruluğu, güvenilirliği ve lineariyeti test edilmiş ve relatif olarak maliyeti düşük bir araçtır (Fell ve ark. 1998). Antrenman ortamı için kullanımı kolay bir test cihazıdır.

Sonuç olarak MMK, saha koşullarında antrenmanın gelişiminin değerlendirilmesinde ve farklı dayanıklılık antrenmanlarının planlanmasında şiddetin kriterlendirilebilmesi için kullanılacak bir test türüdür. 4 mmol/L AE noktasında koşu hızı ve KAH'nın elde edilmesinde ve aynı zamanda farklı koşu hızlarında LA veya tersi olarak farklı LA düzeylerinde sporcunun koşu hızı ve KAH cevaplarının belirlenmesinde kullanılacak bir protokoldür. MMK güvenilir olmakla beraber, testin mekanik özelliklerine bağlı olarak yaratmış olduğu metabolik cevaplar yönünden MK'dan farklı bir testtir. Bu nedenle, geçerlilik çalışmalarının metabolik cevaplar ele alınarak daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.



**KAYNAKLAR**

- Ahmaidi, S., Collomp, K. & Prefaut, C. (1992). The effect of shuttle test protocol and the resulting lactic acidemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the Shuttle Exercise Test. *European Journal of Applied Physiology*, 65: 475-479.
- Astrand, P., O. & Rodahl, K. (1988). **Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise**. Third Edition. McGraw-Hill International Editions.
- Beneke, R. (1995). Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 27 (6): 863-867.
- Casaburi, R., Storer, T.W., Sullivan, C.S & Wasserman, K. (1995). Evaluation of blood lactate elevation as an intensity criterion for exercise training. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 27 (6): 852-862.
- Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P.G., Droghetti, P. & Codeca, L. (1982). Determination of the anaerobic Threshold by a Noninvasive Field Test in Runners. *Journal of Applied Physiology*, 52 (4): 859-873.
- Conconi, F., Grazi, G., Casoni, I., Guglielmini, C., Borsetto, C., Ballarin, E., Mazzoni, G., Patracchini, M. & Manfredini, F. (1996). The Conconi Test: Methodology after 12 years of application. *International Journal of Sports Medicine*, 17 (7): 509-519.
- Eurofit (1988). **European Test of Physical Fitness**. Council of Europe, Committee for the Development of Sport. Rome.
- Fell, J.W., Rayfield, J.M., Gulbin, J.P. & Gaffney, P.T. (1998). Evaluation of the Accusport Lactate Analyser. *International Journal of Sports Medicine*, 19: 199-204.
- Janssen, P.G.J.M. (1989). **Training Lactate Pulse-Rate**. Publisher: Polar Electro Oy.
- Jenkins, D.G. & Quigley, B.M. (1990). Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 61: 278-283.
- Hofmann, P., Gaisl, G., Stockinger, B. & Leitner, R. (1989). Modification of the Conconi Test for Indoor Games. *Leistungssport*, 19 (3).
- Leger L., Mercier, D., Gadoury, C. & Lampert, J. (1988). The multistage 200 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sport Science*. 6:93-101.
- Leger, L., Lambert, J. & Mercier, D. (1983). Predicted VO<sub>2</sub> max and maximal speed for Multistage 20 m Shuttle Run in 7000 Quebec children aged 6-17. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 15: 42-46.
- Mader, A., & Heck, H. (1986). A theory of the metabolic origin of anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 7:45-65.
- Maglischo, E.W., Maglischo, C.W. & Bishop, R.A. (1982). Lactate testing for training pace. *Swimming Technique*. 19:31-37.
- Mathews, D.K. & Fox E.L. (1976). **The Physiological Basis of Physical Education and Exercise and Athletics**. Philadelphia: W.B. Saunders Comp.
- Olbrecht, J., Mader, A., Madsen, O., Liesen, M. & Hollmann, W. (1988). The Relationship of Lactic Acid to Long Distance Swimming and the 2 x 400 "2-speed test" and Implications for Adjusting Training Intensities. In Ungerechts, B., Wile, K., Reischle, K. (Eds.): **Swimming Science V**. Champaign: Human Kinetics Publishers, s. 261-267.
- Probst, H. (1988). **The Interval Test**. Fiets Maglingen.
- Riberio, J., Cadavid, E., Bacna, J., Monsalvete, E., Barna, A. & De Rose, E. (1990). Metabolic predictors of middle distance swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 24: 195-200
- Robinson, D.M., Robinson, S.M., Hume, P.A. & Hopkins, W.G. (1991). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 23 (9): 1078-1082.
- Smith, B.W., McMurry, R.G. & Symanski, J.D. (1984). A Comparison of the anaerobic threshold of sprint and endurance trained swimmers. *Journal of Sports Medicine*, 24: 94-99.

## *Hızal, Açıkada, Hazır, Tınazcı*

---

Stegmann, H. & Kindermann, W. (1982). Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and fix anaerobic threshold of 4 mmol/L lactate. **International Journal of Sports Medicine**, 2: 160-165.

Tanaka, K. & Matsura, Y. (1984). Marathon performance, anaerobic threshold, and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports Medicine**, 3:346-356.

Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Kasai, T., Moritani, T., Mutoh, Y. & Miyashita, M. (1992). A Simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports Medicine**, 13: 367-371.

Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Harada, T., Moritani, T., Mutoh, Y. & Miyashita, M. (1993). Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state. **European Journal of Applied Physiology**, 66: 90-95.

Wasserman, K., Whipp, B.J., Koyal, S.N. & Beaver, W.L. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**, 35:236.

Wright, B. & Smith, D.J. (1994). A protocol for the determination of critical speed as an index of swimming endurance performance. In Miyashita M, Mutoh Y. Richardson AB (Eds): **Medicine and Science in Aquatic Sports. Med Sport Sci**. Karger,B vol.39, s. 55-59.