

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİREYSEL ANAEROBİK EŞİĞİN
BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İKİ
FARKLI YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Ahmet Erdem Üstüntaş

**SPOR FİZYOLOJİSİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İZMİR-2007

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİREYSEL ANAEROBİK EŞİĞİN
BELİRLENMESİNDE KULLANILAN İKİ
FARKLI YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**SPOR FİZYOLOJİSİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Ahmet Erdem Üstüntaş

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Osman Açıkgöz

Bu araştırma DEÜ Araştırma Fon Saymanlığı tarafından 2006.KB.SAG.7 sayılı projeye desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

TABLO ve ŞEKİL LİSTESİ

KISALTMALAR

ÖZET	1
ABSTRACT.....	3
1) GİRİŞ ve AMAÇ.....	5
2) GENEL BİLGİLER.....	8
2.1- Egzersizde kullanılan enerji sistemleri.....	8
2.1-1- Fosfat Sistemi.....	8
2.1-2- Aerobik Sistem.....	9
2.1-3- Laktat Sistemi.....	11
2.2-Anaerobik Eşik Belirleme Yöntemleri.....	12
2.2-1 Maksimal Laktat Denge Durumu Yöntemi (Maksimal Laktat Steady State -MLSS)	13
2.2-2-Laktat Minumum Hızı.....	16
2.2-3-Kan Laktat Birikiminin Başlangıcı (Onset of Blood Lactate Accumulation) (OBLA).....	17
2.2-4-Bireysel Anaerobik Eşik (Individual Anaerobic Threshold -IAT).....	17
2.2-5 Solunumsal Eşik (Ventilatuvar Threshold =VT).....	19
2.3-Anaerobik Eşik Neden Belirlenir?.....	20
3)GEREÇ ve YÖNTEMLER	23
3.1 -Denekler	23
3.2- Boy, ağırlık ve vücut yağ ölçümü	23
3.3- Aerobik Güç Ölçümü	24
3.4- Laktat Ölçümü	24
3.5- Bireysel Anaerobik Eşiğin ve max VO ₂ 'nin Belirlenmesi	26
3.6-Bireysel Anaerobik Eşiğin Altındaki Submaksimal Egzersiz	28
3.7-Bireysel Anaerobik Eşikteki Submaksimal Egzersiz ...	29
3.8-İstatistiksel Analiz	29

4) SONUÇLAR	31
4.1- Deneklerin Fiziksel Profilleri.....	31
4.2-Bireysel Anaerobik Eşik Testi Sonuçları	31
4.3-IATa'da yapılan submaksimal koşu testinin sonuçları.	32
4.4-IATb'de yapılan submaksimal koşu testinin sonuçları.....	35
4.5-IATa submaksimal koşu testiyle IATb submaksimal koşu testinin sonuçlarının karşılaştırılması.....	42
5) TARTIŞMA.....	44
6) SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
7) KAYNAKLAR.....	52

TABLO ve ŞEKİLLER:

TABLolar:

Tablo 1: IATa testi sırasındaki laktat değerleri

Tablo 2: IAT testi sırasında ölçülen kalp atım hızları

Tablo 3: IATb testinde ölçülen laktat değerleri

Tablo 4: IATb testinde her 5 dakikada bir kaydedilen kalp atım hızları

ŞEKİLLER:

Şekil 1: Besinlerden enerji elde etme yolu

Şekil 2: Krebs döngüsü

Şekil 3: Farklı koşu hızlarında laktat değerleri

Şekil 4: MLSS ile belirlenen şiddette 6 haftalık antrenman sonrası egzersiz testi sonuçları

Şekil 5: Bireysel Anaerobik Eşiğin Belirlenmesi

Şekil 6: Tanita Vücut Yağ Analizörü

Şekil 7: Cosmed T 150 Koşubandı

Şekil 8: YSI 1500 Laktat Analizörü

Şekil 9: Bireysel anaerobik eşik grafiği (IATa ve IATb)

Şekil 10: IATa yükünde bir sporcunun 30 dakikalık testindeki laktat eğrisi

Şekil 11: Tüm grubun ortalama IATa değerindeki koşu sırasındaki laktat değerleri

Şekil 12: IATa testi sırasındaki grubun ortalama kalp atım hızı değerleri

Şekil 13: IATb yükünde bir sporcunun 30 dakikalık testindeki laktat eğrisi

Şekil 14: Tüm grubun ortalama IATb değerindeki koşu sırasındaki laktat değeri

Şekil 15: IATb testi sırasında ilk 15 dakikada tüm grubun ortalama laktat değerleri

Şekil 16: IATb yükünde testi tamamlayanların laktat değerleri ortalaması

Şekil 17: IATb yükünde testi tamamlayanların KH değerleri ortalaması

Şekil 18: Bütün deneklerin IATb yükündeki 30 dakikalık test ortalamaları

Şekil 19: IATa ve IATb koşularında kalp atım hızlarının karşılaştırılması

Şekil 20: IATa ve IATb koşularında laktat değerlerinin karşılaştırılması

KISALTMALAR:

ATP: Adenozin Trifosfat

ADP: Adenozin Difosfat

CP: Kreatin Fosfat

max VO₂ : Maksimal oksijen kapasitesi

MLSS: Maksimal Laktat Denge Durumu (Maximal Lactate Steady State)

OBLA: Kan Laktat Birikiminin Başlangıcı (Onset Blood Lactate Accumulation)

IAT: Bireysel Anaerobik Eşik (Individual Anaerobic Threshold)

IATa: Stegman ve arkadaşlarının yöntemine göre bulunan laktat eşiğinin bir altındaki kademe

IATb: Stegman ve arkadaşlarının yöntemine göre bulunan laktat eşiği

VT: Solunumsal eşik (Ventilatuvar Threshold)

CO₂: Karbondioksit

ÖZET

Bireysel Anaerobik Eşiğin Belirlenmesinde Kullanılan İki Farklı Yöntemin Karşılaştırılması

Fzt. Ahmet Erdem Üstüntaş

Giriş: Günümüzde uygun antrenman programlarının planlanması için anaerobik eşiğin doğru şekilde saptanması önemlidir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yük değerlerinin submaksimal bir egzersiz için uygun olup olmadığının gösterilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu futbol takımında oynayan 14 gönüllü katılmıştır. Olgulara bireysel anaerobik eşik testi yapılmış ve bulunan eşiğe göre iki farklı submaksimal egzersiz programı hazırlanmıştır.

Bulgular: Bireysel anaerobik eşikte yapılan 30 dakikalık submaksimal koşu testini sadece 7 gönüllü tamamlayabilmiştir. 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki laktat değerleri ve kalp atım hızları karşılaştırıldığında ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur($p<0,05$). Bu da koşunun kararlı denge sağlamadığını göstermektedir.

Bireysel anaerobik eşiğin altındaki yüklerle yapılan test sonucunda 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Deneklerin hepsi bu yükteki testi 30 dakika sürdürebilmiştir. Bireysel anaerobik eşiğin altında yapılan submaksimal koşu sırasında 5. dakikadaki kalp atım hızı hariç 10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki kalp atım hızları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu da bu test esnasında kararlı denge durumunun oluştuğunu göstermektedir.

Bireysel anaerobik eşik seviyesinin bir altındaki submaksimal koşuyla bireysel anaerobik eşik seviyesindeki

submaksimal koşu sonuçlarının laktat değerleri ve kalp atım hızı değerleri karşılaştırıldığında, bireysel anaerobik eşik seviyesinin bir altındaki değerler istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sonuç: Bu çalışmadan elde edilen veriler bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yük değerlerinin submaksimal bir egzersiz için yüksek olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Laktat, Bireysel Anaerobik Eşik

ABSTRACT

Comparing of Two Different Methods For Evaluation of Individual Anaerobic Threshold

Pt. Ahmet Erdem Üstüntaş

Introduction: It's important to determine anaerobic threshold correctly to plan favourite programmes.

Purpose: The aim of this thesis is to show whether the weight values, that were found by anaerobic threshold method, are high or not for a submaximal exercise.

Material and Method: 14 volunteer football players from DEU FTR team were attended the tests. They've been tested by anaerobic threshold 2 different submaximal exercise programmes have been prepared.

Results: Only 7 of these volunteers could finish the 30-minute submaximal running test in individual anaerobic threshold. Laktat values and heart rates have been compared at 5,10,15,20,25,30. minutes and a meaningful discrimination has been found ($p < 0,05$) This shows us that the exercise didn't get the steady state.

The conclusion of the that was done under the weight of individual anaerobic threshold, no meaningful difference was found between the laktat values at 5,10,15,20,25,30. minutes. ($p > 0,05$)

All of the volunteers could continue this test under this weight for 30 minutes. During the submaximal exercise that was done under individual anaerobic threshold no meaningful difference was found in heart rate at 10,15,20,25,30. minutes

instead of the 5. minute.

This shows us a steady state has been taken during this test. When submaximal exercise, which is one level under the individual anaerobic threshold, and the other one is at that threshold laktat values and heart rates are compared, it seems that values at one level under are statisticsly lower.
($p < 0,05$)

Conclusion: Lactate and heart rate is not steady state during the submaximal test according to the Stegman and friend's method. But lactate and heart rate is steady state under the load of Stegman and friend's method. This shows that the load of Stegman method may be high for submaximal exercise.

Keywords:Lactate,Individual Anaerobic Threshold

1) GİRİŞ ve AMAÇ

Sporcuların profesyonelleşmesiyle beraber spor pek çok kişi için bir meslek haline almıştır. Ayrıca sporun ülkelerin tanıtımı açısından önemli bir araç olmasıyla beraber sporcular ve ülkeler arasındaki rekabet artmıştır. Bu rekabette daha ön sıralarda olmak için sporcular ve spor adamları bilimsel verileri kullanmaya başlamışlardır. Sporcu performansını etkileyen bu verilerden birisi de anaerobik eşiktir. Sporcuların antrenman programları bu eşiğe göre hazırlanmaktadır.(1,2)

Anaerobik eşik bir egzersiz esnasında enerjinin aerobik yoldan elde edilmesinin yeterli olmadığı ve anaerobik yolların egzersiz esnasında kullanımının belirgin olarak artmaya başladığı noktadır. Bu noktanın belirlenmesinde kullanılan pek çok yöntem vardır(2). Bu yöntemlerin temeli egzersiz sırasında kanda laktat ölçümüne ya da CO₂ ve ventilasyondaki artışın ölçümüne dayanır. Bu yöntemlerin belli başlıları maksimal laktat denge durumu(maximal lactate steady state-MLSS), laktat minimum testi, Kinderman ve arkadaşlarının bir teorisine dayanan OBLA (Onset Blood Lactate Accumulation-Kan Laktat Birikiminin Başlangıcı), solunumsal eşik, Stegman ve arkadaşlarının bulmuş olduğu bireysel anaerobik eşik yöntemidir(Individual Anaerobic Threshold-IAT). Bu yöntemlere göre belirlenen eşikle kişilere submaksimal bir egzersiz için program hazırlanabilmektedir(2,3).

Bir çalışmada(4) bireysel anaerobik eşik değerinde bulunan yükün % 85'i ile yapılan egzersizlerin sporcular için yeterli olacağı gösterilmiştir. Benzer şekilde bir başka çalışmada (5) bisiklet ergometresiyle bireysel anaerobik eşik değerleri bulunan sporcuların 30 dakikalık egzersizi tamamlayamadıkları, saptanan bireysel anaerobik eşik değerleri 20 watt kadar

düşürülerek uygulanan testi ise tamamlayabildikleri görülmüştür.

Atletler üzerinde yapılan bir başka çalışmada(6) bireysel anaerobik eşikleri belirlenen atletlerin 30 dakika süreyle egzersiz testini sürdüremedikleri gözlemlenmiştir.

Buna karşın diğer bir araştırmada bireysel anaerobik eşikleri belirlenen orta ve uzun mesafe koşucularının 40-60 dakikalık submaksimal egzersizi tamamladıkları görülmüştür. Bu testler sırasında sporcularda kalp atım hızı ve kan laktatı bakımından da anlamlı bir farklılık saptanmamıştır(7).

Daha önceki çalışmalarda görüldüğü gibi Stegman ve arkadaşlarının(2) yöntemine göre belirlenen bireysel anaerobik eşik testine göre hazırlanan submaksimal egzersiz programları konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Bazı çalışmalar submaksimal egzersiz için bu eşiğin yüksek olduğunu bazı çalışmalarsa uygun olduğunu göstermektedir.

Farklı anaerobik eşik saptama yöntemlerine göre anaerobik eşiğin bulunup egzersiz programlarının buna göre hazırlanması da tartışmalıdır; çünkü farklı yöntemlere göre farklı eşik değerleri bulunmaktadır. Bu yöntemlerin karşılaştırılmasıyla ilgili de çalışmalar yapılmıştır. Anulo ve Rusko yaptıkları bir çalışmada(8) OBLA ve MLSS arasında bir bağlantı gözlemleyemezken; Denedoi ve arkadaşlarının(9) futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada MLSS ile OBLA arasında yüksek bir korelasyon bulmuşlardır ($r=0,80$).

Beneke'nin yapmış olduğu çalışmada(10) MLSS, IAT ve OBLA yöntemlerini karşılaştırmıştır. Bulunan değerlere göre 30 dakikalık sabit yüklenmeli test yapılmıştır. OBLA ve IAT değerlerindeki yükler MLSS seviyesindeki yüke göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Buna ek olarak IAT ve OBLA testlerindeki laktat eşiklerinin MLSS testindeki laktat eşiğine göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır.

Bu bilgilere göre anaerobik eşişin farklı yöntemlere göre bulunmasında da tartişmalar sürmektedir.

Günümüzde ana problem kişiye uygun anaerobik eşik yönteminin ne olduğu konusunda tam bir fikir birliğinin olmaması ve kişiye uygun submaksimal antrenman programının hazırlanmasında kullanılacak yükün bulunmasındaki yöntemin ne olacağı konusunda tartişmaların sürmesidir.

Bu çalışmanın amacı; bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yük değerlerinin 30 dakikalık submaksimal bir egzersiz için uygun olup olmadığının gösterilmesidir.

2) GENEL BİLGİLER

2.1- Egzersizde kullanılan enerji sistemleri

Egzersiz esnasında kasların enerjiye ihtiyacı vardır. Kaslar enerjilerini çeşitli yollardan elde ederler. Her bir yolun kendi karakteristik özellikleri vardır. Sporcuların yaptıkları spor dalında kullandıkları enerji sistemine göre antrenman programları belirlenerek o sistem geliştirilir.

Egzersiz esnasında kaslar 3 yoldan enerji elde ederler. Kasların enerjilerini sağlayan bu yollar fosfat sistemi, laktat sistemi ve aerobik sistem olarak isimlendirilir (1,3,11).

2.1-1- Fosfat Sistemi:

Fosfat sistemiyle kas, enerjisini oksijen gibi bir aracıya ihtiyaç duymadan ve laktik asit gibi bir artık üretmeden elde eder. Vücudumuzda adenozin trifosfat (ATP) denilen yüksek enerjili kimyasal maddeler bulunur. Kasal aktivite esnasında ATP ADP'ye dönüşerek yüksek miktarda enerji doğrudan elde edilir.

ATP → ADP + enerji

Kastaki ATP depoları oldukça sınırlıdır fakat egzersiz sırasında ADP'den ATP elde edilmesini sağlayan sistemler vardır. Acil yardım sistemlerinden en önemlisi kreatin fosfat (CP) sistemidir. Kreatin fosfat depoları oldukça sınırlıdır fakat bu sistemin en büyük özelliği ATP sentezini oldukça hızlı yapmasıdır (1,3,12).

CP + ADP → ATP + kreatin

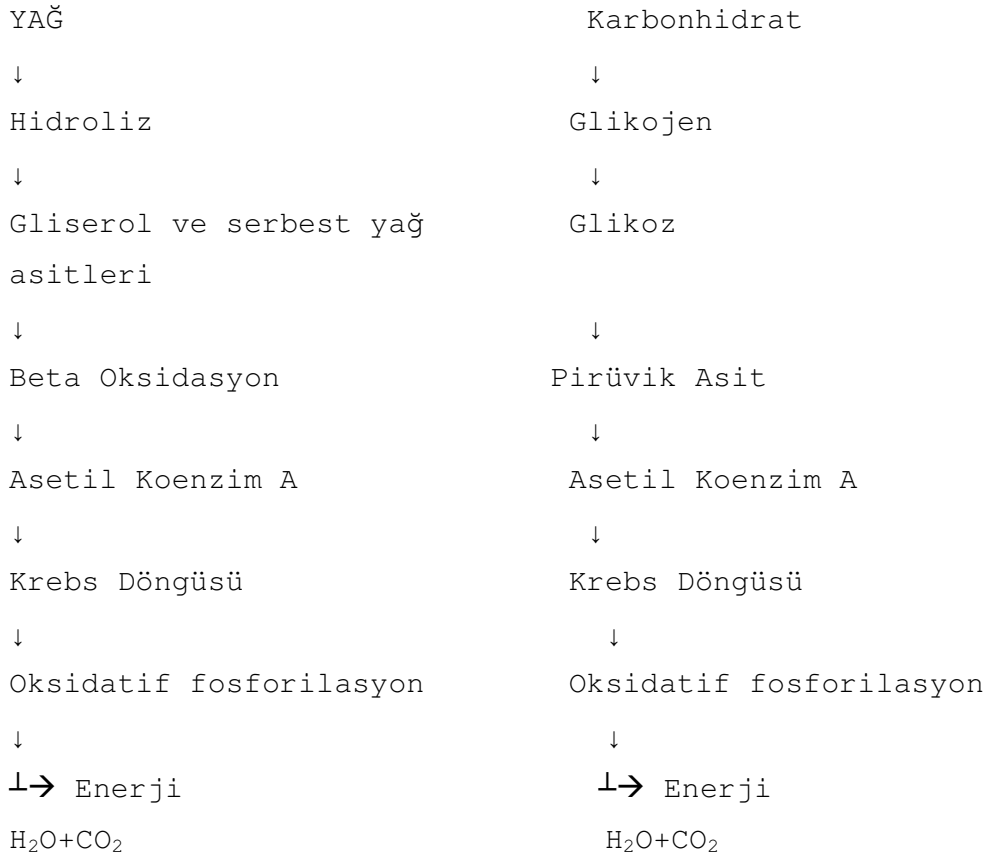
CP'in çok az bulunması nedeniyle bu sistemden uzun süre enerji elde edilemez. Maksimal seviyedeki bir eforda ATP depoları 2 saniyelik enerji sağlarken, CP depolarıysa 6-8 saniyelik bir enerji elde edilmesini sağlarlar.

Daha önce de bahsedildiği gibi, fosfat sisteminde oksijene ihtiyaç yoktur ve laktik asit oluşumu meydana gelmez. Fosfat sistemiyle enerji doğrudan elde edilir. Yüksek şiddetli bir eforda bu sistemden 6-10 saniye arası enerji sağlanabilir. Bu yüzden fosfat sistemi hızlı ve patlayıcı güç gerektiren durumlarda kullanılır. Örneğin 100 metre koşucularında, uzun atlama sporunda, futbolda hızlı koşuların yapıldığı durumlarda kullanılır. Yüksek enerjili fosfatın yani ATP ve CP'nin tamamen tükendikten sonra yerine konulması da oldukça hızlı olur. ATP-CP depoları tamamen tüketildiği takdirde %70'i ilk 30 saniyede tamamıysa 3-5 dakika içerisinde yerine konulur(1,4).

Fosfat sistemini geliştirmek için kısa süreli yüksek şiddette eforlar ve her efor arasında kısa süreli dinlenmeler eklenmelidir. 7 aylık bir antrenman periyodundan sonra ATP-CP depolarının %25 ile %50 arasında artmış olduğu gösterilmiştir. Ayrıca 8 haftalık sprint antrenmanı sonrası ATP yıkımı ve tekrar yapımını sağlayan enzimlerin daha hızlı çalıştığı görülmüştür. Bu da uygun antrenmanın sadece depoları artırmadığını, aynı zamanda enzimlerin hızlarını da artırdığını göstermektedir(2,3).

2.1-2 Aerobik Sistem:

Bu sistemde O_2 'nin ortamda bulunmasıyla karbonhidrat ve yağlar CO_2 'e kadar parçalanır ve bu yolla enerji elde edilir(Şekil 1). Karbonhidrat ve yağlar vücuda alındıktan sonra gerektiğinde kullanılmak üzere depolanırlar. Yağlar vücudun pek çok bölgesinde depolanabilirken karbonhidratların depolanmasıysa karaciğer ve kaslarda glikojen şeklinde olur. Glikojen depoları ancak 60-90 dakikalık orta şiddette bir egzersiz için yeterlidir(1,3,13).



Şekil 1: Besinlerden enerji elde etme yolu

Oksijenli solunumla besinlerden enerji elde edilmesi iki aşamada meydana gelmektedir. İlk aşama anaerobik yollarla meydana gelir. İkinci aşamaysa oksijenli yolla meydana gelmektedir.

İlk aşama: glukoz + ADP → laktik asit + ATP

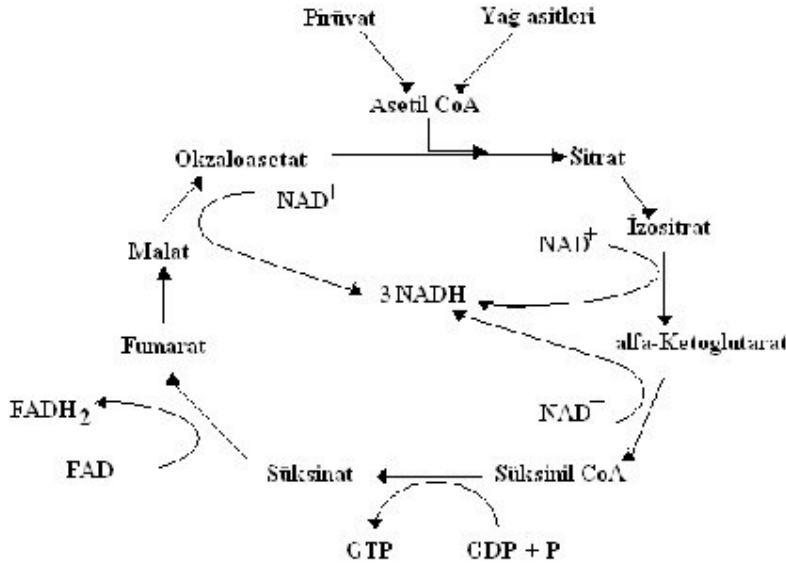
İkinci aşama: laktik asit + O₂ + ADP → CO₂ + H₂O + ATP

Oksijenli solunumla beraber glikoz karbondioksit ve suya ayrılınca kadar 38 mol ATP üretilir. Bunun 2 molü anaerobik yolla ilk aşamada elde edilir. Bu aşamada pirüvik asit elde edilir ve pirüvik asitte laktik asite dönüşür.

Krebs Döngüsü: Eğer reaksiyonlar aerobik yolla devam ediyorsa işlemler mitokondride oluşmaktadır ve pirüvik asit

iki karbonlu yapı olan asetil koenzim A'ya dönüşerek krebs siklusuna girer(Şekil 2).

Krebs döngüsünde iki önemli kimyasal süreç vardır. Bunlar CO₂ üretimi ve elektron taşınmasıdır. Üretilen CO₂ solunum sistemi tarafından dışarı atılarak yok edilir. Taşınan elektronlarsa hidrojen atomları formundadır ve su oluşumuna katkıda bulunurlar(1,3).



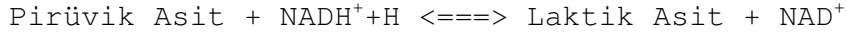
Şekil 2: Krebs Döngüsü

2.1-3- Laktat Sistemi:

Oksijen sisteminin enerji ihtiyacını sağlayamadığı egzersiz şiddetinde enerji ihtiyacını sağlamak için anaerobik metabolizma devreye girer. Bu seviyede anaerobik glikoliz meydana gelir ve laktik asit üretilmeye başlanır. Üretilen laktik asit birikmeye başlarsa asidoz meydana gelir. Kassel yorgunluk asidozun karakteristik bir özelliğidir. Asidozun artışıyla beraber sporcu egzersize aynı seviyede devam edemez.

Glikolitik reaksiyonların iki farklı son ürünü vardır. Bu reaksiyonun son ürünleri ortamda biriktiği zaman, reaksiyonun hızı yavaşlar. Bunlar pirüvik asit ile NADH ve H⁺ oluşturmak

üzere NAD^+ ile birleşen hidrojen atomlarıdır. Bunlardan biri ya da ikisinin birikmesi glikolitik süreci durdurarak daha fazla ATP oluşmasını önleyecektir. Bu ürünlerin miktarları çok fazla artmaya başladığında aşağıdaki reaksiyonla laktik asit oluştururlar.



Eğer bu çevrilme olmasaydı glikoliz ancak birkaç saniye daha devam edebilirdi. Halbuki oksijensiz ortamda bu yolla dakikalarca önemli miktarda ATP sağlanabilir(3,11,13).

Laktik Asidin Tekrar Pirüvik Aside Dönüşümü:

Eğer kişi anaerobik metabolizma sonrası tekrar aerobik metabolizmaya başlarsa, laktik asit tekrar hızla pirüvik asit ve NADH^+ ile H^+ 'ne dönüşür. Daha sonra bu maddeler hızla büyük miktarda ATP oluşturmak üzere oksidasyona uğrarlar. Bu fazla miktardaki ATP de pirüvik asidin yaklaşık dörtte üçünün tekrar glikoza dönüşümünü sağlar.

Böylece tekrar oksijen sağlandığında anaerobik glikoliz sırasında oluşan büyük miktardaki laktik asit vücuttan kaybedilmez. Tekrar glikoza dönüştürülür ya da doğrudan enerji için kullanılır. Bu dönüşümün büyük bir bölümü karaciğerde küçük bir bölümü de diğer dokularda gerçekleşir(11).

Laktik asidin egzersiz esnasında birikmesinin sebepleri; hızlı kasılan liflerin daha fazla kullanılmaya başlanması, epinefrin salınımının artması ve sempatik aktivitenin artmasıyla karaciğer kan akımının azalmasıdır(13).

2.2- Anaerobik Eşik Belirleme Yöntemleri:

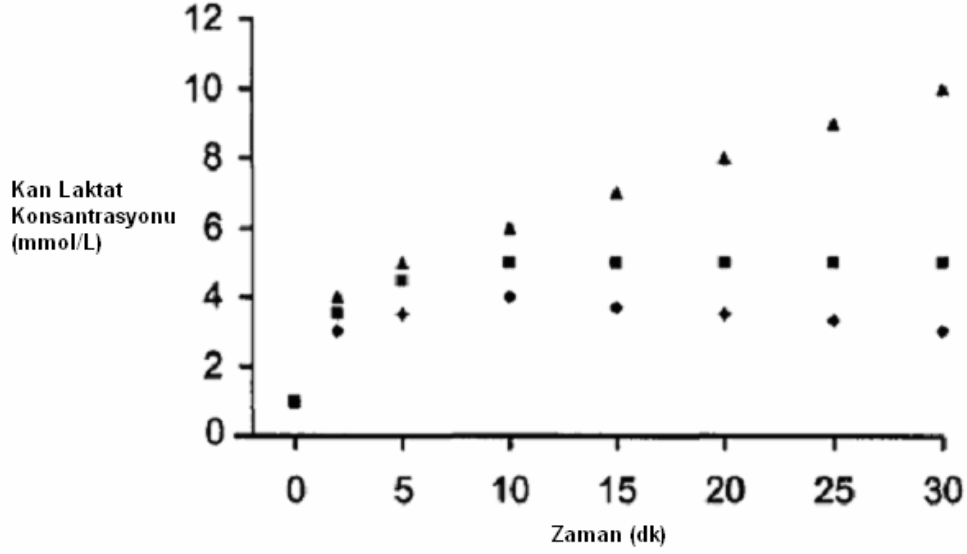
Anaerobik eşik: Geniş kas grubunu içeren bir egzersiz esnasında iş yükü, hız, egzersiz şiddeti veya VO_2 ile kan laktatı lineer artışının kaybolmasıdır. Diğer bir ifadeyle

egzersiz için gereken enerjinin aerobik yollardan değil anaerobik yollardan elde edilmeye başlandığı seviyedir(2).

2.2-1- Maksimal Laktat Denge Durumu Yöntemi (Maksimal Laktat Steady State -MLSS) :

Tegtbur ve arkadaşlarının(14) yaptığı tanımlamaya göre MLSS sabit yüklenmeli bir egzersiz sırasında kan laktat konsantrasyonunu artırmayan en yüksek egzersiz şiddetidir. Bir başka tanıma göre ise kastan kana geçen laktatla kandan uzaklaştırılan laktat arasındaki denge noktasına 'maksimal laktat denge durumu' denilir. Bu koşullar altında egzersiz sırasında laktat birikimi olmaz. Egzersiz için gereken enerji aerobik yoldan yani oksijenli yoldan sağlanır ve tükenme süresi uzar. Laktattaki bu denge noktası sırasında laktat birikimi veya diğer glikolitik maddelerin birikimi olmaz(4).

Maksimal laktat denge durumu yöntemi sabit yüklenmeli bir egzersiz sırasında sporcudan kan alınarak laktat değerlerinin ölçülmesiyle yapılır. Aunolo ve Rusko yaptıkları bir araştırmada MLSS testini 20 dakikada sonlandırmışlardır(8). Beneke'nin yaptığı araştırmaya göreyse(10) 30 dakika ve üzerindeki uygulamalar daha uygundur. Maksimal laktat denge durumu şiddetinde yapılan egzersiz sırasında kan laktat konsantrasyonunda küçük bir artış olduktan sonra ilerleyen dönemde laktat sabit bir noktada ilerler. Maksimal laktat denge durumu ile belirlenen şiddetin altında yapılan bir egzersiz sırasında laktat egzersizin ilk dakikalarında artış gösterirken ilerleyen dönemlerde azalmaya başlar. Maksimal laktat denge durumu yöntemiyle belirlenen şiddetin üzerinde yapılan egzersiz süresince laktat artışı devam eder ve kişi egzersizi tamamlayamaz.



Şekil 3: Farklı koşu hızlarında laktat değerleri(2)

▲: Anaerobik eşik üzerindeki koşu

■: Anaerobik eşikteki koşu

◆: Anaerobik eşik altındaki koşu

Maksimal laktat denge durumu tanımını belirten asıl kriter sabit yüklenmeli 30 dakikalık bir egzersizin son 20 dakikası sırasında kan laktat konsantrasyonunda 1,0 mmol/L'den daha fazla artış meydana gelmemesidir(Şekil 3). Bazı çalışmalarda ise kan laktat konsantrasyonunda 0,2-0,5 mmol/L'den daha fazla artış olması MLSS için kabul edilmemiştir(2).

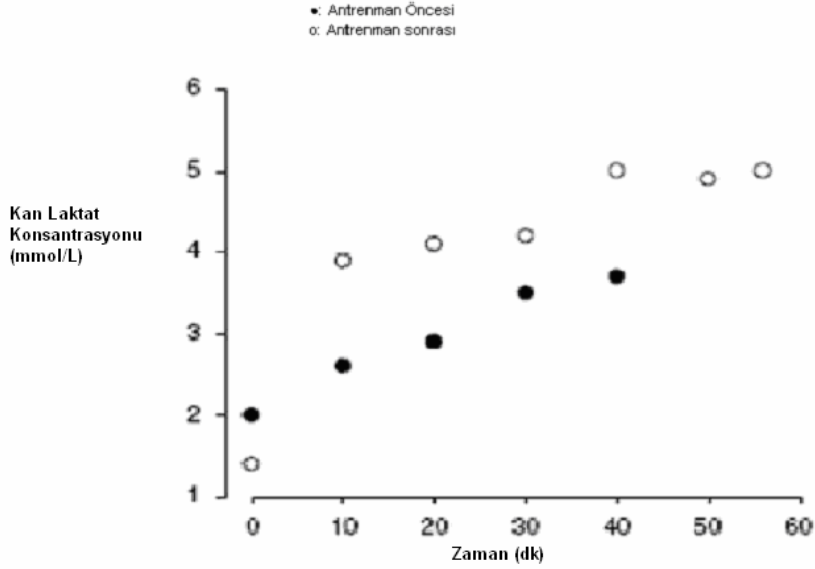
MLSS egzersiz şiddetini kısa sürede sağlayacak egzersiz şiddeti artışı henüz belirlenmemiştir. Yapılan bir çalışmada bisiklet yükünde % 2,5'lük bir yük artışının olması sabit yüklenmeli 30 dakikalık bir egzersiz esnasında 0,7 mmol/L'lik bir laktat artışına sebep olmuştur(2).

Genellikle araştırmacılar MLSS basamak artışlarını bir önceki belirlenen egzersiz yüküne göre % 4-5 artış şeklinde yaparlar. Pek çok egzersiz testi yapılarak MLSS şiddeti veya

MLSS şiddetine en yakın değer bulunabilir. Bu tarz yöntemlerden biriye basamakları sıklaştırıp yük artışını azar azar yapmaktır(2,3,13).

Yapılan bir araştırmada bisikletle zamana karşı yarışla MLSS arasında bir uyum olduğu gözlemlenmiştir(15). Bir başka araştırmadaysa 40 km'lik zamana karşı yapılan triatlon yarışı MLSS yöntemi ile belirlenen kalp atım hızında sorunsuz olarak tamamlanabilmiştir(2). Bu çalışmalar MLSS ile aerobik güce dayalı sporlar arasında bir uyum olduğunu göstermektedir.

MLSS ile belirlenen şiddette antrenman yapmanın performansı olumlu yönde etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada maksimal laktat denge durumuna göre programlanan antrenmanı elit olmayan atletlerin yüksek düzeylerde kan laktat seviyeleri olmasına karşın egzersizi uzun süre sürdürebildikleri gözlemlenmiştir(3,13). Şekil 4'te ki grafik MLSS seviyesindeki antrenman sonrası yapılan testin kan laktat konsantrasyonuna etkisini göstermektedir.



Şekil 4: MLSS ile belirlenen şiddette 6 haftalık antrenman sonrası egzersiz testi sonuçları(2)

MLSS yönteminin ana problemi deneklerin test için pek çok kez laboratuvara gelmeleri ve en az 30'ar dakikalık sabit yüklenmeli teste girmeleridir. Örneğin Lajoie ve arkadaşlarının(15) yapmış oldukları çalışmada sporcular laboratuvara test için üçer kez gelmişlerdir.

2.2-2- Laktat Minumum Hızı:

Basamaklı özel bir test olan laktat minumum testinde kan laktatının en düşük değeri eşiği gösterir. Tegtbur ve arkadaşlarının(14) teorisine göre, laktat minumum hızı maksimal laktat denge durumu ile benzerlik göstermektedir.

Bu hipoteze göre laktat minumum protokolü 2 kısa şiddette yüksek hızda efor, bunun ardından aktif toparlanma periyodu ve basamaklı olarak artırılan yüklenme periyodunu içerir. Bu protokolle 'U' şeklinde bir laktat eğrisi ortaya çıkar. Bu eğrinin de en alt noktası eşik seviyesini gösterir.

Tegtbur ve arkadaşları(14) olguların ilk önce laktat minumum hızlarını belirlemiş. Daha sonra belirlenen hızda koşmalarını istemişlerdir ve denekler testi sonuna kadar sürdürebilmişlerdir.

MacIntosh ve arkadaşlarının(16) bisikletçilerde yaptığı çalışmada laktat oluşumunu hızlandıran kısa şiddette yüksek hızda efor 3 farklı şekilde uygulanmıştır. Uygulanan farklı protokollerle laktat minumum hızlarının değişmediği gözlemlenmiştir.

Laktat minumum testinin avantajı tek bir testle eşiğin belirlenebilmesidir. Bu testin en büyük dezavantajıysa kısa süreli yüksek şiddetteki yüklenmelerin herkes için uygun olmayışıdır(2,3).

2.2-3-Kan Laktat Birikiminin Başlangıcı (Onset of Blood Lactate Accumulation) (OBLA) :

Kan laktat birikiminin başlangıç noktası literatürde OBLA ismiyle kısaltılmıştır. OBLA tanımına göre basamaklı bir egzersiz testi sırasında kan laktatının 4 mmol/L'e ulaştığı kalp atım hızı, güç veya koşu hızı eşik olarak kabul edilir(2,3,13).

Kindermann ve arkadaşları(17) elit kros kayağı yarışçılarındaki yaptıkları araştırmada 45-60 dakikalık bir yarışmayı sporcuların 4 mmol/L'lik bir laktat seviyesinde tamamlamış olmaları OBLA yöntemi için esas almışlardır. Bu teorinin mantıksal hatası sporcuların yarışma boyunca sabit bir hızı sürdürememiş olabilmeleri zaman zaman hızlarının azalmış veya artmış olabileceğidir. Ayrıca pek çok araştırmada laktat eşiği 4 mmol/L'nin altında veya üstünde bulunmuştur. Örneğin Martin ve arkadaşları(18) bayan bisikletçiler üzerinde yaptıkları araştırmada anaerobik eşiği 3 mmol/L olarak bulmuşlardır.

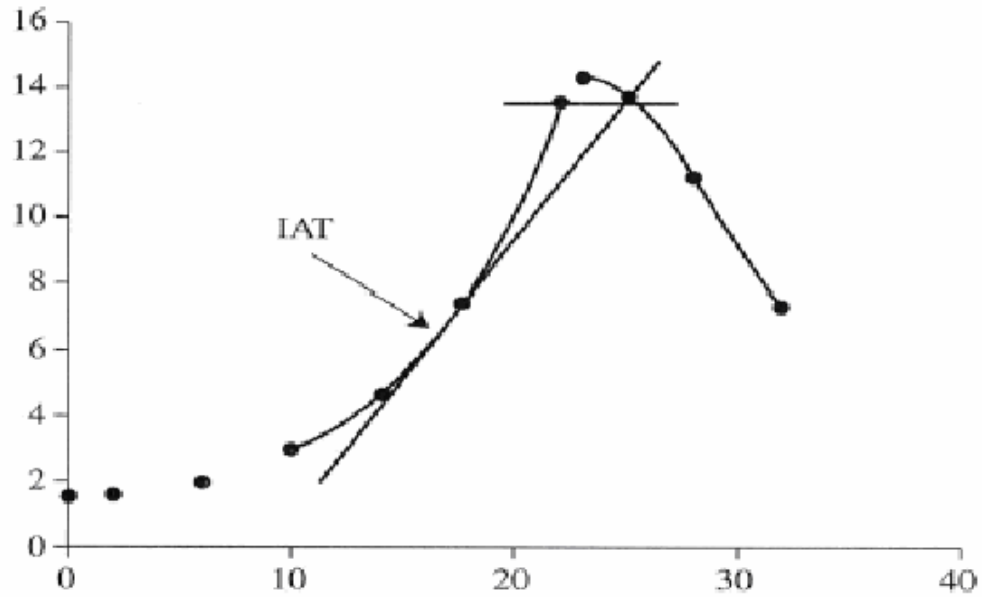
Bazı araştırmacılar 4 mmol/L laktatı kriter olarak kabul ederler. 4 mmol/L kan laktat seviyesi dinlenme laktat seviyesinden kabul edilebilecek kadar yüksektir(2,3).

Sonuç olarak 4 mmol/L laktat seviyesinin eşik olarak kabul edilmesi halen tartışmalıdır. Aunolo ve Rusko yaptıkları çalışmada(8) OBLA ve MLSS arasında bir bağlantı gözlemleyemezken; Denadai ve arkadaşları(9) futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada MLSS ile OBLA arasında yüksek bir korelasyon bulmuşlardır ($r=0,80$).

2.2-4- Bireysel Anaerobik Eşik (Individual Anaerobic Threshold - IAT) :

Laktata bakarak anaerobik eşiği bulmak için uygulanan yöntemlerden birisi Stegmann ve arkadaşlarının bulduğu bireysel anaerobik eşik yöntemidir. Bu yöntemde göre egzersiz

yükü her üç dakikada bir kademeli olarak artırılır ve her yük artışının sonunda kan laktatına bakılır. Belirli bir seviyeden sonra sporcu artık egzersizi devam ettiremez ve bu seviyede test sonlandırılır. Test sonunda kişi toparlanma dönemindeyken de laktat ölçülmeye devam edilir. Şekil 5’de görüldüğü gibi laktatın düşüş gösterdiği noktadan testin sonlandırıldığı noktaya bir doğru çizilir ve laktat eğrisine teğet geçen bir başka doğru çizilir. Eğri ile bu doğrunun kesiştiği nokta bireysel anaerobik eşiği gösterir(2,3,13).



Şekil 5: Bireysel Anaerobik Eşiğin Belirlenmesi(2)

Bu yöntemde üretilen laktatla uzaklaştırılan laktatın birbirine denk olduğu düşünülür. Bu tarz ölçümde laktat değişimi daha ön plana çıkmaktadır. Yüklenmeli test esnasında kandaki laktat artış gösterirken dinlenme periyodunda kan laktatına bakılmaya devam edilir. Böylece dinlenme esnasında laktatın uzaklaştırılma hızı da dikkate alınır. Eğer olgunun geri dönüş fazında laktat uzaklaştırması hızlı olursa laktat eğrisine çizilen doğru laktat eğrisini daha yüksek bir

egzersiz şiddetinde kesecek ve kişinin eşiği de yüksek olacaktır.

Urhausen ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada(4) bireysel anaerobik eşik değerinde bulunan yükün % 85'i ile yapılan submaksimal egzersizin sürdürebildiği gösterilmiştir. McLennan ve Cheung'in yaptığı çalışmada(5) bisiklet ergometresiyle bireysel anaerobik eşik değerleri bulunan sporcuların 30 dakikalık egzersizi tamamlayamadıkları görülmüştür. Buna karşın bulunan bireysel anaerobik eşik değerleri 20 watt kadar düşürüldüğünde testi tamamlayabildikleri saptanmıştır.

Baldari ve Guidetti'nin atletler üzerinde yaptıkları çalışmada(6) bireysel anaerobik eşikleri belirlenen atletlerin IAT seviyesindeki yükte 30 dakika süreyle egzersiz testini sürdüremedikleri gözlemlenmiştir.

Friedmann ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada(7) IAT saptadıktan sonra 40-60 dakikalık submaksimal egzersiz yapılması kan laktatında ve kalp hızında anlamlı bir değişikliğe yol açmamıştır.

Bireysel anaerobik eşik testinin avantajları tek bir test olması, kişiye özel olması ve toparlanma periyodunu da içermesidir. Bazı araştırmalarda ise bireysel anaerobik eşik yöntemiyle belirlenen egzersiz yükünün submaksimal bir egzersiz için yüksek olduğunun gösterilmesi bu testin en büyük dezavantajıdır. (3,4,5,6,7).

2.2-5- Solunumsal Eşik (Ventilatuar Threshold = VT)

Basamaklı bir egzersiz testi esnasında solunumdaki artışla egzersiz yükü arasındaki artışın orantısız olduğu noktadır. Bu eşik noktasından itibaren solunumdaki artış egzersiz yükündeki artışa oranla çok daha fazla olur. Egzersiz fizyologları solunumdaki ani artışın olduğu noktanın anaerobik eşiği göstereceğini belirtmişler ve pek çok özel yöntem

geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerde solunum hızındaki ani artışa, solunumla dışarı atılan CO₂ miktarındaki artışa ve solunumsal gaz değişim oranındaki artışa (RQ) yani solunumla verilen CO₂ ile solunumla alınan O₂'nin oranına bakılır.

Egzersizle beraber kandaki laktik asit miktarı artar. Bu artışla beraber kan pH'ı düşer. Bu düşüşü önleyebilmek için tampon sistemleri devreye girer. Bu tampon sistemlerinden birisi de bikarbonat tamponudur. H⁺ ile bikarbonat reaksiyona girerek karbonik asidi oluştururlar. Karbonik asit daha sonra H₂O ve CO₂ olarak ikiye ayrılır. Oluşan CO₂ solunumla dışarıya atılır. Solunumla dışarı atılan CO₂ miktarındaki artış ve solunumsal gaz değişim oranındaki artış (RQ) yani solunumla verilen CO₂ ile solunumla alınan O₂'nin değerlerinin kırıldığı noktada solunumsal eşik oluşur(2,3,13).

Solunumsal eşiğe anaerobik eşik demek tartışmalıdır çünkü ventilasyonun artış sebebi başka fizyolojik parametreler de olabilir. Bu mekanizmalar arasında CO₂ ve H⁺ konsantrasyonunun artışının kemoreseptörleri uyarması, solunumsal mekanizmalar, vücut sıcaklığının etkisi ve iskelet kaslarının nörojenik etkileri olabilir. Sonuç olarak ventilasyondaki artışın temel sebebi laktik asidin tamponlanması olmayabilir(1,11).

Bu yöntemin en büyük avantajıysa girişimsel olmayan bir yöntem olması ve bu yöntemle kişi değerlendirilirken aynı zamanda max VO₂'nin de değerlendirilebilmesidir.

2.3- Anaerobik Eşik Niçin Belirlenir?

Anaerobik eşiğe dair ilk yapılan çalışmaların temel amacı kalp hastalarında egzersiz kapasitesini belirlemektir. Son yıllarda da kardiyopulmoner sorunu olan kişilerde egzersiz kapasitesini belirlemek için testler yapılmaktadır. Böylece kardiyopulmoner sorunu olan kişilere uygun egzersiz programları verilir ve gelişimleri kolaylıkla takip edilir.

Kardiopulmoner sorunu olan hastalarda yapılacak olan testlerde oldukça dikkatli olunmalı ve yük artışları ile başlangıç yükleri düşük olmalıdır. Adachi ve arkadaşlarının koroner arteriyel bypass cerrahi girişimi geçiren kişilerde yapmış oldukları çalışmada(19) yük artışı 20W ile başlatılmış ve her 6 saniyede bir 1W'lık yük artışıyla anaerobik eşik belirlenmiştir. Takeyama ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada(20) koroner bypasslı hastalarda Adachi ve arkadaşlarının protokolünü uygulamışlardır. Lan ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada(21) anaerobik eşiği belirleme protokolüne 10W gibi düşük bir iş yüküyle başlanmış ve her dakika 10W'lık artış uygulanmıştır.

Özçelik ve arkadaşları(22) obez olguların anaerobik eşiklerini belirleyip 8 haftalık, haftada 3 kez 45 dakikalık egzersiz programı planlamışlardır. 8 hafta sonunda olguların başlangıç seviyesine göre anlamlı oranda daha az vücut ağırlığına sahip oldukları, beden yağ kütlelerinin azaldığı ve anaerobik eşiklerinin anlamlı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Bununla birlikte anaerobik eşik özellikle sportif performansı belirlemede ana faktördür. Aynı maksimal oksijen kapasitesine sahip uzun mesafe koşucularından anaerobik eşiği daha yüksek olanların yarışma performanslarının daha iyi olduğu bulunmuştur(3).

Anaerobik eşik ve belirlenen eşiğe göre antrenman programları hazırlanması sporcularda sık yapılan bir uygulamadır. Ayrıca sporcuların fizyolojik parametrelerini hazırlamada anaerobik eşik sıklıkla kullanılmaktadır. Takım sporlarında oyuncuların oynadıkları bölgelere göre anaerobik eşiklerinin farklı olup olmadığı bakılarak kişiye uygun antrenman programları hazırlanır. Örneğin Rodriguez-Alonso ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada(23) bayan basketbolcuların oynadıkları mevkiye göre maç esnasındaki laktat değerlerinin farklı olduğu bulunmuştur. Bu da oynadıkları mevkilere göre

sporcuların özel olarak antrene edilmesi gerektiğini göstermektedir. Aynı çalışmada oyun kurucu mevkiinde oynayan sporcuların maç esnasındaki kalp atım sayılarının diğer mevkilerde oynayan sporculara göre anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Buna karşın Sallet ve arkadaşları yaptıkları çalışmada(24) profesyonel basketbolcuların oynadıkları mevkilere göre karşılaştırmalarını yapmışlar ve oynadıkları mevkilere göre sporcular arasında anaerobik eşikleri bakımından anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Guidatti (25) dansçılar ve baletler üzerinde yaptığı çalışmada bireysel anaerobik eşik değerleri ve aerobik kapasiteleri yüksek olan sporcuların daha yüksek teknik kapasiteler gösterebildiklerini bulmuştur.

3) GEREÇ ve YÖNTEMLER:

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Bilim Dalı Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında yapılmıştır.

Çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu'nun 2/2/2006 tarih 31/1/2006 nolu toplantısında 22 protokol numarasıyla yapılması etik kurul açısından uygundur onayı alındıktan sonra yapılmıştır.

3.1-Denekler:

Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu futbol takımında oynayan 14 gönüllü öğrenci katılmıştır. Testlerden önce çalışma hakkında katılımcılara bilgi verilmiş ve yazılı onam belgeleri imzalatılmıştır. Testler turnuva dönemi bittikten sonra yapılmıştır.

3.2- Boy-ağırlık ve vücut yağ ölçümü:

Deneklerin boy ve ağırlıkları ayakkabısız ve şortlu olarak ölçülmüştür. Boy ölçümünde duvara sabit metal metre kullanılmıştır.

Ağırlık ve vücut yağ oranı Tanita marka bioelektrik empedans yöntemiyle indirekt olarak ölçülmüştür(Şekil 6). Kişiler şortlu ve çıplak ayakla Tanita marka vücut yağ oranı ölçen cihaza çıkarılarak vücut yağ oranları saptanmıştır. Tanita marka cihazla vücut yağ oranının saptanması vücutta düşük frekanslı (50 kHz) bir elektrik akımının verilerek, empedansın ölçülmesi şeklinde gerçekleşir. Vücut suyundaki elektrolitler iyi bir elektriksel iletkenidir. Vücut suyundaki yoğunluğun yüksek olması, elektrik akımının daha az dirençle

karşılaşarak geçmesine yol açacaktır. Yoğunluk farkına göre cihaz kişinin vücut yağ oranını saptayacaktır(26).

3.3-Aerobik Güç Ölçümü:

Aerobik güç ölçümünde Cosmed T 150 marka koşu bandı(Şekil 7) ve Biopac marka VO₂ analizörü kullanılmıştır.

Koşu bandının hızı ve eğimi bilgisayar üzerinden dereceli olarak ayarlanabilmektedir.

Biopac marka analizörle aerobik güç ölçümü karıştırma kutusu yöntemiyle yapılmıştır. Testler öncesinde cihazın kalibrasyonu yapılmıştır. Analizörle alınan O₂ verilen CO₂ ve solunumsal değişim oranı hesaplanmıştır. Kişi test esnasında atmosfer havasını almış verdiği CO₂ ise bir kutuda toplanarak aerobik güç hesaplanmıştır.

Testler esnasında kalp atım hızını belirlemedeyse Polar X-Trainer Plus marka kalp atım hızı monitörü kullanılmıştır. Teste giren kişi testten önce bu monitörün göğüs bandını ve saati takmıştır. Göğüs bandından kişinin anlık kalp hızı radyo dalgaları yoluyla her 5 saniyede bir saate gönderilerek kalp hızı sürekli olarak takip edilmiştir.

3.4-Laktat Ölçümü:

Laktat ölçümünde kişinin parmak ucundan kapiller kan heparinli mikropipetle alınmış böylece kanın pıhtılaşması engellenmiştir. Alınan kandaki laktat seviyesini belirlemek için YSI 1500 laktat analizörü kullanılmıştır(Şekil 8). YSI 1500 laktat analizörü pek çok bilimsel çalışmada kullanılmış ve benzer fonksiyon gösteren diğer aletlerle karşılaştırmalı yapılan testlerde başka markaların ölçümleriyle anlamlı bir farklılık bulunmamıştır(27).



Şekil 6: Tanita Vücut Yağ Analizörü



Şekil 7: Cosmed T 150 Koşubandı



Şekil 8: YSI 1500 Laktat Analizörü

3.5- Bireysel Anaerobik Eşiğin ve Max VO₂'nin Belirlenmesi:

Teste girmeden bir gün önce kişiler ağır antrenman yapmamaları, uygun saatte uyumaları, teste uygun kıyafetle gelmeleri, testten önce ağır bir yemek yememeleri konusunda uyarılmışlardır. Ayrıca kişilerin test günü performanslarını etkileyecek herhangi bir ilaç, çay, kahve ya da kola almamaları gerektiği belirtilmiştir. Bütün testler saat 9:00 ile 16:00 saatleri arasında yapılmıştır. Laktat testinin sonuçlarının günün farklı saatlerinde etkilenmediği bilinmektedir(28).

Testten bir saat öncesinden laboratuvar havalandırılmıştır. Ortam sıcaklığı, basıncı ölçülmüş ve testte kullanılacak olan aletlerin kalibrasyonları yapılmıştır.

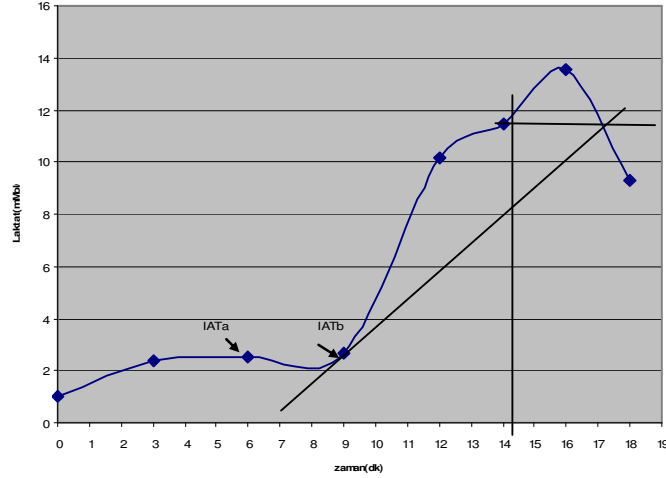
Test için gelen gönüllü 15 dakika dinlendirilmiştir. Testten önce kalp atım hızı monitörü takılarak kişinin dinlenim kalp atım hızı kaydedilmiştir. Dinlenim kalp atım

hızı kaydedildikten sonra parmak ucundan mikro pipet yardımıyla kan alınarak kişinin dinlenme kan laktat değeri saptanmıştır. Kan alındıktan sonra çalışmaya katılan gönüllünün 5 dakika süreyle 6 km/saat hızla koşu bandında ısınması istenmiştir. Isınmadan sonra denek koşu bandından inmiş ve esnetme egzersizlerini yapmıştır. Isınma ve germelerini yaptıktan sonra kişi Biopac açık sistem spirometreye bağlanmıştır. Dinlenimdeki oksijen tüketim hızı, verdiği karbondioksit ve solunumsal değişim oranlarının istirahatteki fizyolojik parametrelere gelmesi beklendikten sonra teste başlanmıştır.

Test prosedürüne göre kişi teste 7 km/saat hız ve %0 eğimle başlamıştır. Her dakika sonrasında eğim %1 arttırılmıştır. Hız ise 3 dakikada bir 1 km/saat arttırılmıştır. Test sırasında her üç dakikada bir parmak ucundan mikropipetle laktat ölçümü için kapiller kan alınmıştır. Ayrıca kan alımı sırasında kalp atım sayısı da kaydedilmiştir. Test bu yöntemle kişi testi tamamlayamayacağını belirtene kadar, maksimal kalp atım sayısına ulaşana kadar, RQ değeri 1,10'un üzerine çıkana kadar veya yüklenmede artış olmasına rağmen VO_2 değerinde azalma olana kadar devam etmiştir. Kademeli artışla devam eden test bittikten sonra kişiden her iki dakikada bir kan alınmaya devam edilmiştir. Laktat değeri toparlanma döneminde bir miktar artış göstermiş ve test bittikten sonraki değer altına düştüğünde ise laktat ölçümleri sonlandırılmıştır.

Test sonlandırıldıktan sonra IAT yöntemine göre test grafiği çizilmiştir. Test sonunda kişi toparlanma dönemindeyken de laktat ölçülmeye devam edilir. Şekil 9'da görüldüğü gibi laktatın düşüş gösterdiği noktadan testin sonlandırıldığı noktaya bir doğru çizilir ve laktat eğrisine teğet geçen bir başka doğru çizilir. Eğri ile bu doğrunun kesiştiği nokta bireysel anaerobik eşiği(IATb)gösterir. Bu çalışmada IAT değerinin bir alt seviyesindeki koşu hızıysa

ikinci bir anaerobik eşik seviyesi (IATa) olarak belirlenmiştir(3).



Şekil 9: Bireysel anaerobik eşik grafiği (IATa ve IATb)

3.6-Bireysel Anaerobik Eşik Altındaki Submaksimal Egzersiz:

Bu teste gelmeden önce de denekler test için gerekli koşulları sağlamaları konusunda uyarılmışlardır. Kişi test için geldikten sonra kalp hızı monitörü takılmış ve kişi 15 dakika dinlendirilmiştir. Kişi ısınmaya başlamadan önce dinlenim kalp atım hızı kaydedilmiştir. Ayrıca ısınmaya başlamadan önce parmak ucundan mikropipetle kan alınmış ve dinlenim laktat seviyesi belirlenmiştir.

Kişi teste başlamadan önce 6 km/saat hız %0 eğimle koşu bandında 5 dakika kadar ısınmıştır. Kişi ısınmadan sonra esnetme egzersizlerini yapmış ve teste başlamıştır.

Test sırasında uygulanan yük bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan laktat eşikinin bir altındaki koşu bandı yüklenmesidir.

Örneğin şekil 9'da çalışmaya katılan gönüllünün bireysel anaerobik eşiği Stegman ve arkadaşlarının yöntemine göre 9. dakikada bulunmuştur(2,3,13). Kişi ilk koşusunu bu seviyenin

bir alt seviyesinde yani 6. dakikada ki yüklenmeye göre yapmıştır.

Belirtilen bu yöntemde göre denek 30 dakika boyunca sabit hız ve eğimde koşmuştur. Koşu sırasında her 5 dakikada bir parmak ucundan laktat ölçümü için kapiller kan alınmış ve kalp atım sayısı kaydedilmiştir.

3.7-Bireysel Anaerobik Eşikteki Submaksimal Egzersiz:

Bu teste gelmeden önce de deneklerden test için gerekli koşulları sağlamaları istenmiştir. Kişi test için geldikten sonra kalp atım hızı monitörü takılmış ve 15 dakika dinlendirilmiştir. Kişi ısınmaya başlamadan önce dinlenme kalp atım hızı kaydedilmiştir. Ayrıca ısınmaya başlamadan önce parmak ucundan mikropipetle kan alınmış ve dinlenme laktat seviyesi belirlenmiştir.

Kişi teste başlamadan önce 6 km/saat %0 eğimle 5 dakika kadar ısınmıştır. Isınmadan sonra esnetme egzersizlerini yapmış ve teste başlamıştır.

Deneğin IAT'a karşılık gelen koşu hızı ve eğiminde 30 dakika koşması istenmiştir. Örneğin şekil 9'da çalışmaya katılan gönüllünün bireysel anaerobik eşiği IAT yöntemine göre 9. dakikada bulunmuştur(2,3,13). Belirtilen bu yöntemde göre gönüllü 30 dakika boyunca sabit hız ve eğimde koşmuştur. Koşu sırasında her 5 dakikada bir parmak ucundan laktat ölçümü için kapiller kan alınmış ve kalp atım sayısı kaydedilmiştir.

3.8-İstatistiksel Analiz: Yapılan iki koşuda ölçülen kalp atım hızı ve laktat parametrelerinin ortalamalarının karşılaştırılması için Wilcoxon Signed Rank testi kullanılmıştır.

Aynı koşuda her 5 dakikada bir alınan örneklerde ölçülen kalp atım hızı ve laktat parametreleri arasında fark olup

olmadığını anlamak içinse 'tekrarlanan ölçümler için ANOVA' testi kullanılmıştır.

Tekrarlanan ölçümlerde fark görüldüğü takdirde, farkın hangi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirlemek içinse 'Wilcoxon Signed Rank' testi kullanılmıştır. IATb testini 30 dakika sürdürebilen ve sürdüremeyen grupların max VO₂ değerlerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

4) SONUÇLAR

4.1- Deneklerin Fiziksel Profilleri

Deneklerin yaş ortalaması $22,5 \pm 1,3$ yıl, boy ortalaması $177,4 \pm 5,9$ cm, beden ağırlıkları $72,8 \pm 7,5$ kg ve vücut yağ oranları ise ortalama $\%13,1 \pm 2,8$ 'dir.

4.2-Bireysel Anaerobik Eşik Testi Sonuçları:

Laktat testi 14 denek için ortalama $12,9 \pm 1,9$ dakika sürmüştür. Test sonucunda IAT(2) yöntemine göre belirlenen submaksimal testin (IATb) hızı $8,78 \pm 0,57$ km/sa, eğimiye $\%7,3 \pm 1,73$ bulunmuştur.

IAT yönteminin bir altındaki eşiğe göre belirlenen submaksimal testin (IATa) hızı $7,78 \pm 0,57$ km/sa, eğimiye $\%4,35 \pm 1,73$ bulunmuştur.

Grubun max VO_2 değeriye $48,0 \pm 9,3$ ml/dk/kg bulunmuştur. IATb testini 30 dakika sürdürebilenlerin max VO_2 ortalaması $51,3 \pm 9,7$ ml/dk/kg, IATb testini 30 dakika sürdüremeyenlerin max VO_2 ortalaması $44,7 \pm 8,3$ ml/dk/kg bulunmuştur. IATb testini 30 dakika sürdürebilenlerin max VO_2 ortalaması sürdüremeyenlere göre daha yüksek olmakla birlikte gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bireysel anaerobik eşik testi sırasında çalışmaya katılan tüm grubun ulaştıkları maksimal kalp atım hızları ortalaması $196,07 \pm 5,3$ atım/dakika ve ulaşılan maksimal laktat değeri ortalamasıya $10,19 \pm 2,7$ mmol/L bulunmuştur.

IATb yükündeki testi tamamlayanların bireysel anaerobik eşik testindeki maksimal kalp atım hızları ortalaması $196,29 \pm 6,2$ atım/dakika ve ulaşılan maksimal laktat değeri ortalamasıya $10,19 \pm 2,3$ mmol/L bulunmuştur.

IATb yükündeki testi tamamlayamayanların bireysel anaerobik eşik testindeki maksimal kalp atım hızları ortalaması $195,86 \pm 4,9$ atım/dakika ve ulaşılan maksimal laktat değeri ortalamasıya $10,19 \pm 3,2$ mmol/L bulunmuştur.

Bitirenlerle bitiremeyenlerin bireysel anaerobik eşik testindeki maksimal kalp atım hızları ve maksimal laktat değerleri açısından karşılaştırılması yapıldığında her iki parametre içinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

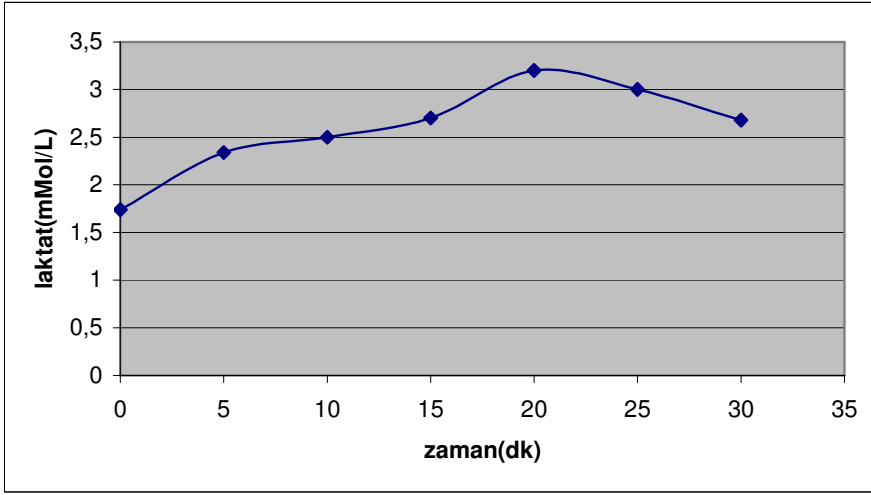
4.3-IATa'da yapılan submaksimal koşu testinin sonuçları:

Bir deneğin ve tüm grubun IATa yükündeki laktat değerlerine ait bilgiler şekil 10 ve şekil 11'de görülmektedir. 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır($p>0,05$). Deneklerin hepsi IATa yükündeki testi 30 dakika sürdürebilmiştir. Test sırasındaki ortalama laktat değeri ise $3,1 \pm 0,2$ mmol/L bulunmuştur.Tablo 1'de grubun 30 dakikalık test sırasındaki laktat değerleri gösterilmiştir.

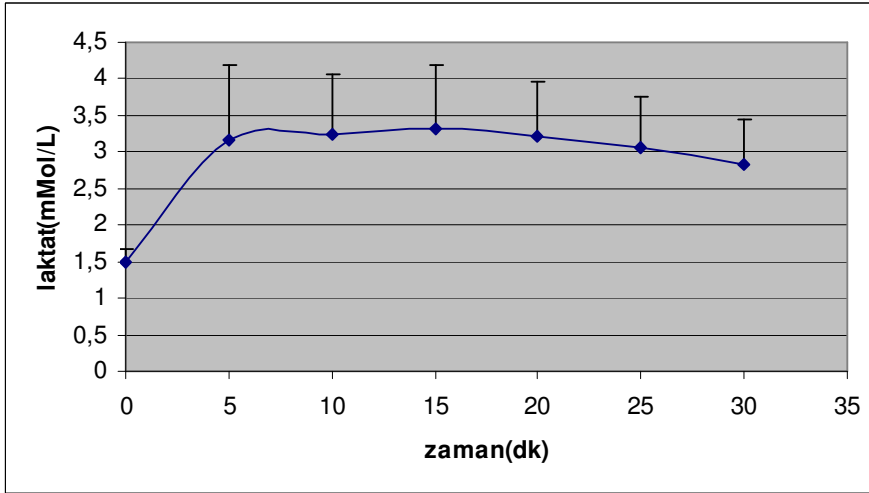
Tablo 1 :IATa testi sırasındaki laktat değerleri

Zaman (dk)	Kişi sayısı	Minimum La (mmol/L)	Maksimum La (mmol/L)	Ortalama La (mmol/L)
0 IATa	14	1,05	1,76	$1,50 \pm 0,2$
5 IATa	14	1,50	5,01	$3,15 \pm 1,0$
10 IATa	14	1,54	4,66	$3,23 \pm 0,8$
15 IATa	14	1,95	5,50	$3,31 \pm 0,9$
20 IATa	14	1,75	4,81	$3,21 \pm 0,8$
25 IATa	14	1,81	4,82	$3,05 \pm 0,7$
30 IATa	14	1,67	4,44	$2,83 \pm 0,6$

La: Laktat



Şekil 10: IATa yükünde bir sporcunun 30 dakikalık testindeki laktat eğrisi



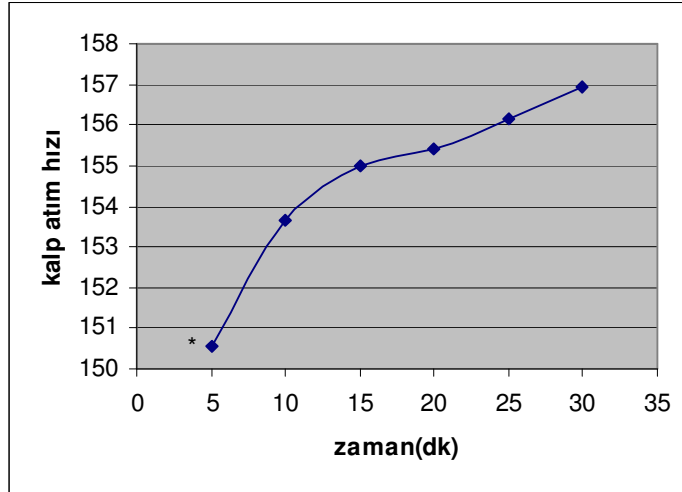
Şekil 11: Tüm grubun ortalama IATa değerindeki koşu sırasındaki laktat değerleri

5,10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki grubun kalp atım hızı değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki grubun kalp atım hızı değerleri karşılaştırıldığında ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur($p < 0,05$) (Şekil 12).

Tablo 2: IATa testi sırasında ölçülen kalp atım hızları

Zaman (dk)	Kişi Sayısı	Minumum KH	Maksimum KH	Ortalama KH
0.dakika IATa	14	61,00	86,00	73,2 ± 7,0
5.dakika IATa	14	138,00	169,00	150,6 ± 10,4
10.dakika IATa	14	139,00	176,00	153,6 ± 11,5
15. dakika IATa	14	137,00	178,00	155,0 ± 13,6
20.dakika IATa	14	140,00	183,00	155,4 ± 14,4
25.dakika IATa	14	137,00	185,00	156,1 ± 15,1
30.dakika IATa	14	141,00	185,00	156,9 ± 14,6

KH: Kalp atım hızı

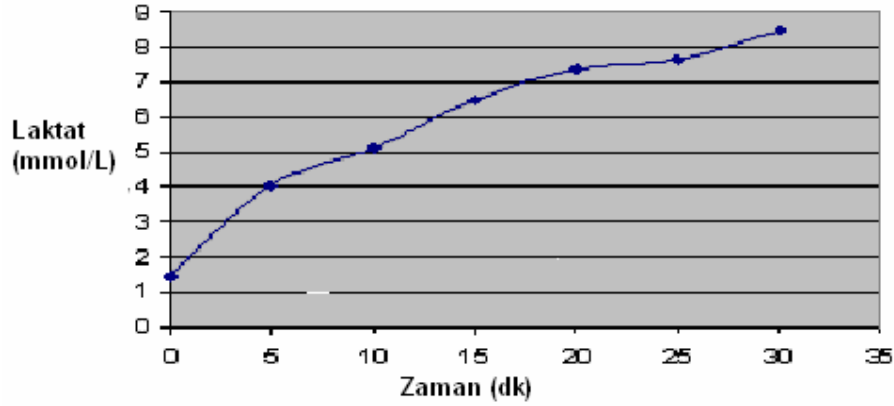


Şekil 12: IATa testi sırasındaki grubun ortalama kalp atım hızı değerleri

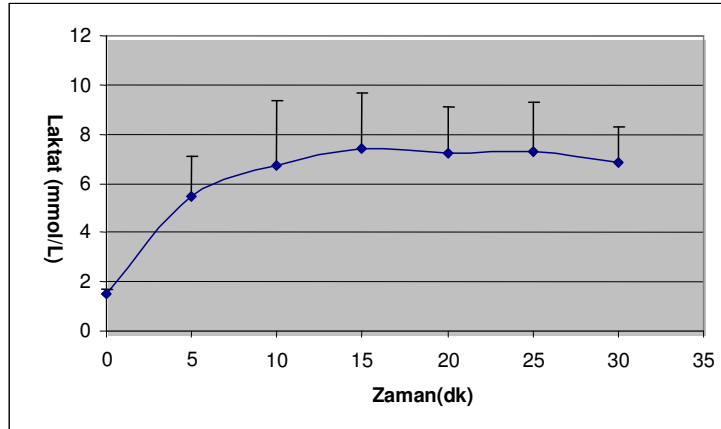
*:5. dakikayla diğer dakikalar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark

4.4-IATb'de yapılan submaksimal koşu testinin sonuçları:

Bir deneğin ve tüm grubun IATb yükündeki laktat değerlerine ait bilgiler şekil 13 ve şekil 14'de görülmektedir.



Şekil 13: IATb yükünde bir sporcunun 30 dakikalık testindeki laktat eğrisi



Şekil 14: Tüm grubun ortalama IATb değerindeki koşu sırasındaki laktat değeri

Tablo 3'de görüldüğü gibi 14 denekten sadece 7 tanesi IATb yükündeki submaksimal koşu testini tamamlayabilmiştir.

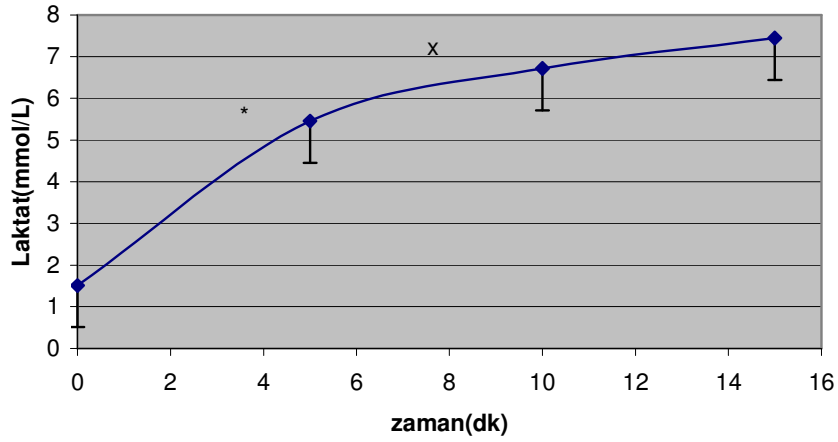
Deneklerden ikisi IATb de belirlenen yüke karşı 15 dakika, üçü 20 dakika, ikisi 25 dakika koşabilmiştir. Test sırasındaki ortalama laktat değeriye $6,82 \pm 0,7$ mmol/L bulunmuştur.

Tablo 3: IATb testinde ölçülen laktat değerleri

Zaman (dk)	Kişi Sayısı	Minimum La	Maksimum (La)	Ortalama (La)
0. dakika IATB	14	1,07	1,89	$1,51 \pm 0,2$
5. dakika IATB	14	3,38	9,84	$5,45 \pm 1,6$
10. dakika IATB	14	3,78	14,93	$6,72 \pm 2,7$
15. dakika IATB	14	4,05	13,56	$7,45 \pm 2,3$
20. dakika IATB	12	3,98	10,48	$7,23 \pm 1,9$
25. dakika IATB	9	4,20	9,89	$7,28 \pm 2,0$
30. dakika IATB	7	4,50	8,86	$6,82 \pm 1,5$

La: Laktat

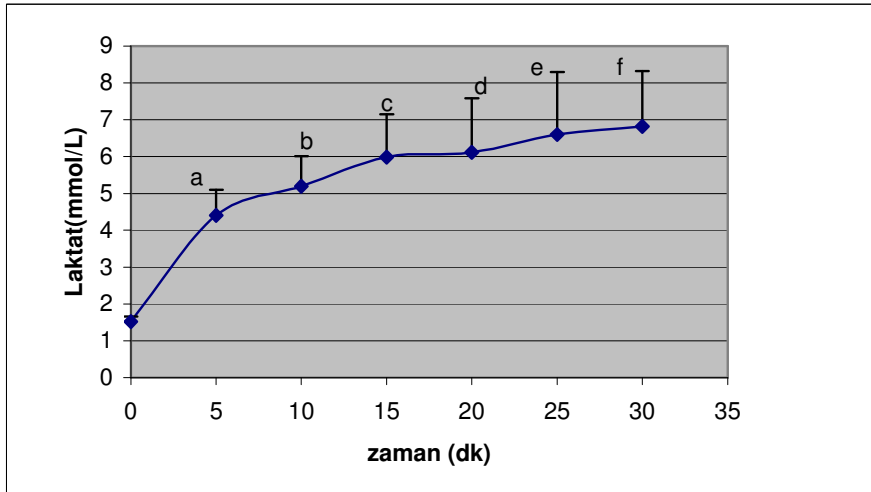
Tüm grubun IATb yükündeki submaksimal test sırasında 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri karşılaştırıldığında ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Şekil 15'de testin 15 dakikalık bölümünü bütün denekler bitirdiği için sadece bu seviyedeki laktat değerlerine bakılmıştır. 5. dakikadaki ortalama laktat değeriyle 10. dakikadaki arasında ($p < 0,01$), 5. dakikadaki ile 15. dakikadaki arasında ($p < 0,01$), 10. dakikadakiyle 15. dakikadaki laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Şekil 16'da IATb yükünde testi tamamlayanların laktat ortalamasına ait grafik görülmektedir.



Şekil 15: IATb testi sırasında ilk 15 dakikada tüm grubun ortalama laktat değerleri

*:5 dakikayla 10 ve 15 dakikalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark

x: 10. dakikayla 15. dakikadaki laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark



Şekil 16: IATb yükünde testi tamamlayanların laktat değerleri ortalaması

a: 5. dakikayla tüm dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı fark

b: 10. dakikayla 5,15,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark

c: 15. dakikayla 5,10,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark

d: 20. dakikayla 5,25 ve 30.dakikada ölçülen laktat değerleri arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark

e: 25. dakikayla 5,10,15 ve 20 dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark

f: 30. dakikayla 5,10,15 ve 20. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark

IATb yükünde testi tamamlayan 7 deneğin 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. 5. dakikayla 10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ($p<0,05$); 10. dakikayla 5,15,25 ve 30. dakikalardaki laktat değerleri arasında ($p<0,05$); 15. dakikayla 5,10,25 ve 30. dakikalardaki laktat değerleri arasında ($p<0,05$); 20. dakikayla 5,25 ve 30. dakikalardaki laktat değerleri arasında ($p<0,05$), 25. dakikayla 5,10,15 ve 20. dakikalardaki laktat değerleri arasında ve 30. dakikayla 5,10,15 ve 20. dakikalardaki laktat değerleri arasında ($p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır.

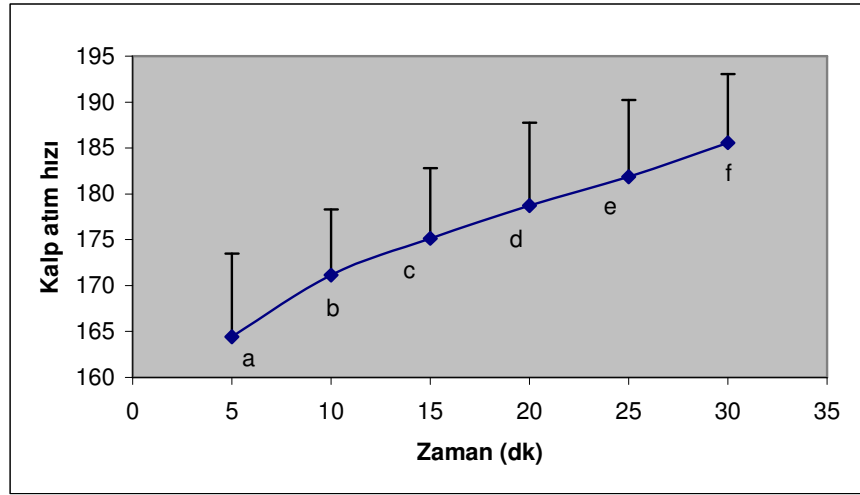
Tablo 4'te görüldüğü gibi 14 denekten sadece 7 tanesi IATb'de belirlenen yüke karşı testi tamamlayabilmiştir. 2 denek IATb de belirlenen yüke karşı 15 dakika, 3 denek 20 dakika, 2 denekse 25 dakika koşabilmiştir.

Tablo 4: IATb testinde her 5 dakikada bir kaydedilen Kalp atım hızları

Zaman (dk)	Kişi Sayısı	Minimum KH	Maksimum KH	Ortalama KH
0 IATB	14	64	88	71,92 ± 7,1
5 IATB	14	154	187	167,07 ± 9,9
10 IATB	14	162	191	174,07 ± 9,1
15 IATB	14	168	194	179,21 ± 8,3
20 IATB	12	168	194	184,16 ± 9,9
25 IATB	9	172	197	183,78 ± 8,8
30 IATB	7	175	195	185,57 ± 7,5

KH: Kalp atım hızı

Testi tamamlayan kişilerin 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki kalp atım hızı değerleri karşılaştırıldığında ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 17).



Şekil 17: IATb yükünde testi tamamlayanların KH değerleri ortalaması

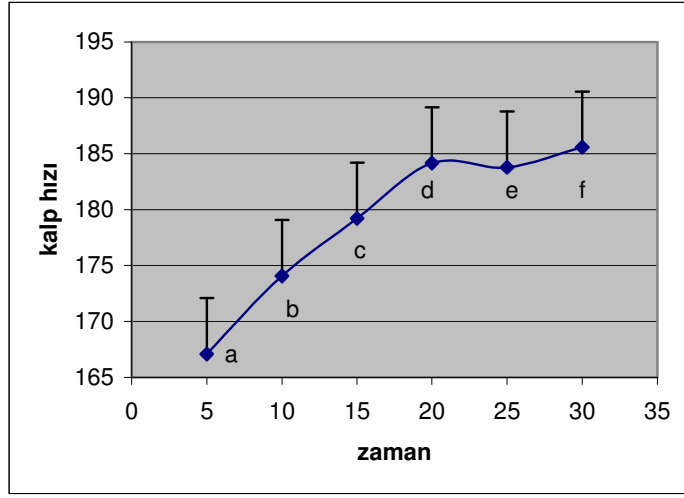
a= 5. dakikayla tüm dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p < 0,05$)

b=10. dakikayla 5,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p < 0,05$)

c= 15. dakikayla 5,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$)
d=20. dakikayla tüm dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$)
e=25. dakikayla tüm dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$)
f: 30. dakikayla tüm dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$)

IATb yükünde 5. dakikada kaydedilen kalp atım sayısı ile 10,15,20,25 ve 30. dakikalar arasında ($p<0,05$), 10. dakikada kaydedilen kalp atım sayısı ile 5,20,25 ve 30. dakikalarda kaydedilen kalp atım sayıları arasında ($p<0,05$), 15. dakikada kaydedilen kalp atım sayısı ile 5,20,25 ve 30. dakikalar arasında ($p<0,05$), 20. dakikada kaydedilen dakikadaki kalp atım sayısı ile 5,10,15,25 ve 30. dakikadaki kalp atım sayıları arasında ($p<0,05$), 25. dakikayla 5,10,15,20 ve 30. dakikalardaki kalp atım sayıları arasında ($p<0,05$) ve 30. dakikayla 5,10,15,20,25. dakikalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur($p<0,05$).

Şekil 18'de görüldüğü gibi bütün deneklerin 30 dakikalık test sonuçlarına baktığımızda tüm deneklerin her 5 dakikadaki kalp atım hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.



Şekil 18:Bütün deneklerin IATb yükündeki 30 dakikalık test ortalamaları

a= 5. dakikayla 10,15,20,25 dakikalarda($p<0,01$) ve 30. dakikada($p<0,05$) ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark

b=10. dakikayla 5,15,20,25. dakikalarda($p<0,01$) ve 30. dakikada($p<0,05$) ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark

c= 15. dakikayla 5,10,20,25 dakikalarda($p<0,01$) ve 30. dakikada($p<0,05$) ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark

d= 20. dakikayla 5,10,15,25 dakikalarda($p<0,01$) ve 30. dakikada($p<0,05$) ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark

e= 25. dakikayla 5,10,15,20 dakikalarda($p<0,01$) ve 30. dakikada($p<0,05$) ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark

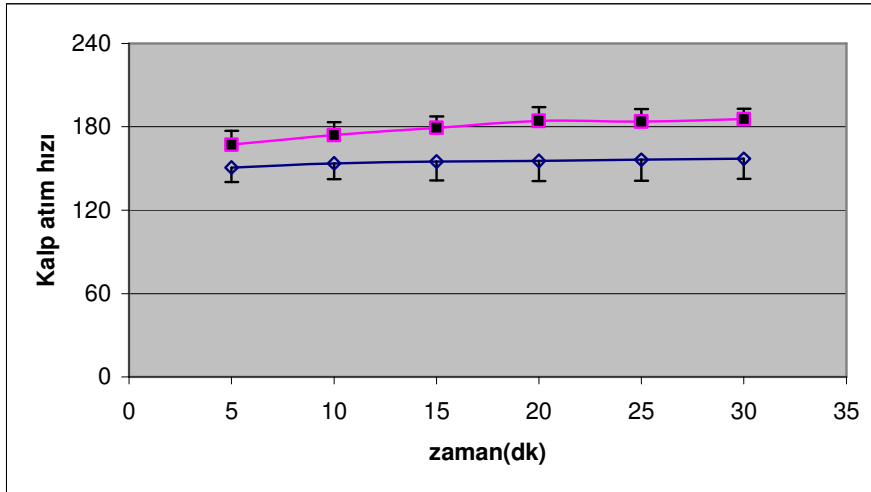
f= 30. dakikayla tüm dakikalarda ölçülen KH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$)

4.4-IATa submaksimal koşu testiyle IATb submaksimal koşu testinin sonuçlarının karşılaştırılması

IATa submaksimal koşusuyla IATb submaksimal koşu sonuçlarının kalp atım hızı değerleri karşılaştırıldığında 5., 10., 15., 20., 25. dakikalarda ($p<0,01$) ve 30. dakikada ölçülen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 19).

IATa submaksimal koşusuyla IATb submaksimal koşu sonuçlarının laktat değerleri karşılaştırıldığında 5., 10., 15., 20., 25. dakikalarda ($p<0,01$) ve 30. dakikada ölçülen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 20).

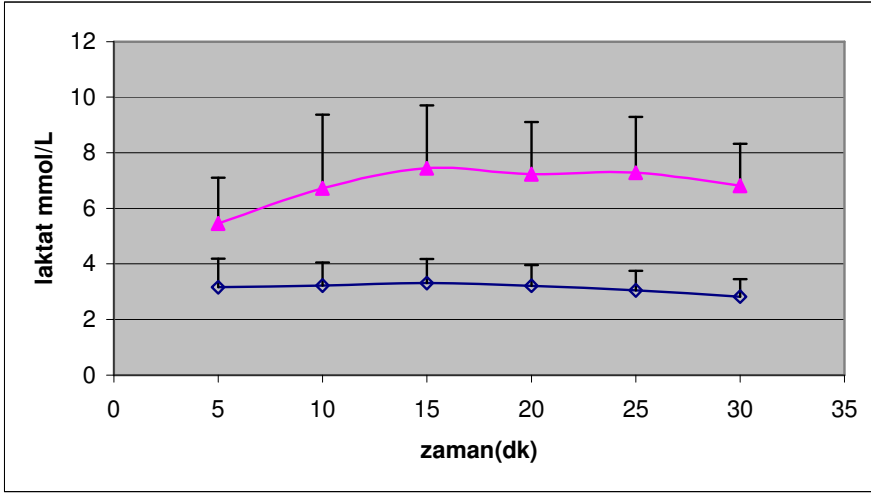
IATb testini bütün denekler tamamlayamamıştır. Bütün deneklerin IATb testindeki son ölçülen laktat ve kalp hızı değerleriyle IATa testinin sonunda ölçülen laktat ve kalp hızı değerleri arasında da anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 19: IATa ve IATb koşularında kalp atım hızlarının karşılaştırılması

Δ: 30 dakikalık IATa koşusunda oluşan kalp atım hızı

■: 30 dakikalık IATb koşusunda oluşan kalp atım hızı



Şekil 20: IATa ve IATb koşularında laktat değerlerinin karşılaştırılması

Δ: IATa koşusunda oluşan laktat

▲: IATb koşusunda oluşan laktat

5) TARTIŞMA

Bu çalışma bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yük değerlerinin 30 dakikalık submaksimal bir egzersiz için uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yükün submaksimal egzersiz için yüksek olduğu, bu yükün bir alt değerindeki yükünse submaksimal egzersiz için uygun olduğu gösterilmiştir.

Bugüne kadar bireysel anaerobik eşik yüküyle ilgili yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Kimi çalışmalar bireysel anaerobik eşik yöntemine göre belirlenen yükün submaksimal bir egzersiz için fazla olduğunu gösterirken kimi çalışmalarda bunun tersine bireysel anaerobik eşikte submaksimal bir egzersizin tamamlanabileceğini göstermektedir.

Gros Lambert ve arkadaşlarının(29) triatloncular üzerinde yapmış oldukları çalışmada sporcuların bisiklet ergometresinde IAT seviyeleri ve solunumsal eşikleri belirlenmiştir. Bu seviyelerdeki yüklerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışlardır. Daha sonra hem bireysel anaerobik eşik seviyesinde hem de solunumsal eşik seviyesinde sporculardan 30 dakika sabit yüklü bisiklet ergometresi kullanmaları istenmiştir. Her iki testte de 5. dakika ile 30. dakikadaki kalp atım hızları belirlenmiş ve kalp atım hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Bu da bireysel anaerobik eşik yüküyle solunumsal eşik yükü arasında fark olmadığını göstermiştir.

Friedmann ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada(7) bireysel anaerobik eşikleri belirlenen orta ve uzun mesafe koşucuları 40-60 dakikalık IAT seviyesindeki submaksimal egzersizi normal ve hipoksik koşullarda tamamlamışlardır. Farklı koşullardaki 40-60 dakikalık bu testler sırasında kalp atım hızı ve kan laktatı bakımından anlamlı bir farklılık

bulunmamış ve sporcular submaksimal egzersizi başarıyla tamamlamışlardır.

Groslambert ve Friedmann'nin yapmış oldukları çalışmalar bireysel anaerobik seviyesinde ki yüklerde sporcuların submaksimal testleri başarıyla tamamlayabildiklerini göstermiştir.

Yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak Urhausen ve arkadaşlarının(4) dayanıklılık atletleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada IAT seviyeleri belirlenen sporculara IAT seviyesinin %85, %95, %100 ve %105'inde 30'ar dakikalık bisiklet ergometresinde test uygulanmış ve kan laktatlarına bakılmıştır. IAT seviyesinin % 85'inde ve %95'inde sporcular 30 dakikalık testi tamamlayabilirken IAT seviyesinde sporcular testi ortalama 26 dakikada sürdürebilmişlerdir.

Baldari ve Guidetti'nin(6) yaptığı çalışmada IAT seviyesinde yapılan 30 dakikalık testi kadın sporculardan 9 tanesi tamamlayamamış ve ortalama 16 dakika sürdürebilmişlerdir. Erkek sporculardan 6 tanesi aynı yöntemle bulunan şiddetteki egzersizi tamamlayamamış ve ortalama 19 dakika sürdürebilmişlerdir. Bireysel anaerobik eşiğin bir altındaki yüklenmeyi ise hem kadın hem de erkek sporcular başarıyla tamamlamışlardır.

Bizim yaptığımız çalışmada da bireysel anaerobik eşiğin altındaki yükü tüm denekler tamamlayabilmişken bireysel anaerobik eşik yükündeki testi 14 denekten sadece 7 tanesi tamamlayabilmiştir. 2 denek bireysel anaerobik eşikte belirlenen yüke karşı 15 dakika, 3 denek 20 dakika, 2 denekse 25 dakika koşabilmiştir.

Coen ve arkadaşlarının 87 erkek ve 24 kadın atlet üzerinde yaptıkları çalışmada(30) 3 dakikada bir koşu bandının hızının 2 km/sa arttırılmasıyla belirlenen IAT ile 5 dakikada bir koşu bandı hızının 1 km/sa arttırılması şeklinde yapılan submaksimal testi karşılaştırmışlardır. IAT değerinde bulunan

laktat konsantrasyonu submaksimal teste göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca IAT testiyle bulunan laktat değeri orta derecede bir eşik kabul edilen 4 mmol/L laktat seviyesinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Beneke yapmış olduğu çalışmada(10) kürekçilerde MLSS, IAT ve OBLA yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bulunan değerlere göre 30 dakikalık sabit yüklenmeli test yapılmıştır. OBLA seviyesindeki sabit yük $287 \pm 20,5$ W; IAT seviyesindeki sabit yük $287,1 \pm 25,1$ W ve MLSS seviyesindeki sabit yükse $255,1 \pm 17,5$ W bulunmuştur. Bulunan bu değerlere göre OBLA ve IAT değerlerindeki yükler MLSS seviyesindeki yüke göre anlamlı derecede yüksektir. Testler esnasında bulunan laktat değerleriyse IAT testinde $4,2 \pm 0,8$ mmol/L MLSS testindeki laktat değeriye $3,0 \pm 0,6$ mmol/L bulunmuştur. Bu değerlere göre IAT ve OBLA testlerindeki laktat eşikleri MLSS testindeki laktat eşikine göre anlamlı derecede yüksek düzeydedir.

Baldari ve Guidetti'nin yaptığı çalışmada(6) erkek sporcularda IAT seviyesinin altında kan laktatının 10,15,20 ve 25. dakikalarda 4 mmol/L'ye yakın seyrettiği görülmüştür. 30. dakikadaysa anlamlı derecede düşüş göstererek kan laktat seviyesinin 3,6 mmol/L olduğu görülmüştür. Erkek sporcularda bireysel anaerobik eşik seviyesinde yapılan koşudaysa laktat seviyesinin kararlı duruma ulaşmadığı görülmüştür. 10. dakikada 4,5 mmol/L, 30. dakikadaysa kan laktat seviyesinin 5,6 mmol/L olduğu gösterilmiştir. Kadın sporculara bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan şiddette sabit yüklenmeli test ve bu eşğin bir altı seviyesinde sabit yüklenmeli test yaptırılmıştır. Eşğin altındaki test esnasında 10. ve 25. dakikalar arasındaki laktat değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamış ve ortalama 3,9 mmol/L seviyesinde bulunmuştur. 30. dakikadaysa laktatta anlamlı bir düşüş görülmüş ve 3,5 mmol/L bulunmuştur. Bireysel anaerobik eşik şiddetindeki testteyse laktat seviyeleri kararlı denge

durumu oluşturmamıştır. 10. dakikadaki laktat seviyesi 4,3 mmol/L, 30. dakikada ki laktat seviyesi ise ortalama 6,3 mmol/L bulunmuştur.

Yukarıdaki çalışmalarda görüldüğü gibi bireysel anaerobik eşik yükünde yapılan submaksimal egzersizlerde laktat değerleri diğer yöntemlerle bulunan yüklerle yapılan submaksimal testlerle karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur.

Bizim yaptığımız çalışmada da bireysel anaerobik eşik yükünde yapılan test sırasındaki tüm grubun ortalama laktat değeri $6,82 \pm 0,7$ mmol/L bulunmuştur. Tüm grubun bireysel anaerobik eşik seviyedeki yüklenmede 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki laktat değerleri karşılaştırıldığında ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmamakla birlikte bunun sebebi bu grup içerisinde testi tamamlayamayan kişilerin laktat değerlerinin de yer almasıdır. Bu yüzden testin tamamlanan kısımlarındaki laktat değerlerine göre değerlendirmenin yapılması daha objektif olacaktır.

Bu çalışmada testin 15 dakikalık bölümünü bütün denekler bitirdiği için sadece bu seviyedeki laktat değerlerine bakıldığında 5. dakikadaki ortalama laktat değerleri ile 10. dakika arasında ($p < 0,01$), 5. dakikada ki ortalama laktat değeriyle 15. dakikadaki ortalama laktat değerleri arasında ($p < 0,01$), 10. dakikayla 15. dakikalardaki laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0,05$).

Bireysel anaerobik eşik yükünde testi tamamlayan 7 deneğin 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur. 5. dakikayla 10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ($p < 0,05$); 10. dakikayla 5,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ($p < 0,05$); 15. dakikayla 5,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ($p < 0,05$); 20. dakikayla 5,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ($p < 0,05$),

25. dakikayla 5,10,15 ve 20. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ve 30. dakikayla 5,10,15 ve 20. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında ($p<0,05$) istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır. Yukarıda da görüldüğü gibi bireysel anaerobik eşik yükünde yapılan submaksimal egzersiz testinde kararlı denge durumu sağlanamadığı görülmektedir.

Bu çalışmada bireysel anaerobik eşğin altında bulunan yükteki test sırasındaki ortalama laktat değeriye $3,13 \pm 0,2$ mmol/L olarak bulunmuştur. Bireysel anaerobik eşğin altındaki yükte yapılan bu testte 5,10,15,20,25 ve 30. dakikalarda ölçülen laktat değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu da bireysel anaerobik eşğin altındaki seviyedeki koşunun laktat değerleri açısından kararlı bir denge durumu oluşturduğunu göstermektedir.

Ayrıca bu çalışmada submaksimal testler sırasında kalp atım hızı değerleri de incelenmiştir. Bireysel anaerobik eşik yükünde yapılan submaksimal egzersizde 5. dakikada kaydedilen kalp atım sayısı 10,15,20,25 ve 30. dakikalardan ($p<0,05$), 10. dakikada kaydedilen kalp atım sayısı 5,20,25 ve 30. dakikalardan ($p<0,05$), 15. dakikada kaydedilen kalp atım sayısı 5,20,25 ve 30. dakikalardan ($p<0,05$), 20. dakikada kaydedilen dakikadaki kalp atım sayısı 5,10,15,25 ve 30. dakikadaki kalp atım sayılarından ($p<0,05$), 25. dakikadaki kalp atım sayısı 5,10,15,20 ve 30. dakikalarındaki kalp atım sayısından ($p<0,05$) ve 30. dakikadaki kalp atım sayısı 5,10,15,20,25. dakikalarındakinden ($p<0,05$) anlamlı olarak farklıdır. Bu da bize bu testin kararlı denge durumunu sağlamadığını göstermektedir.

Bireysel anaerobik eşğin altındaki yükte yapılan egzersizdeyse sadece 5. dakikayla 10,15,20,25 ve 30. dakikalardaki kalp atım hızları arasında anlamlı bir fark görülmüştür. 5. dakikadaki kalp atım hızı diğer dakikalara

göre anlamlı olarak daha düşüktür. Diğer dakikalar arasındaysa istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu da bireysel anaerobik eşiğinin bir basamak altındaki yükte yapılan bu egzersizde 10. dakikadan itibaren kalp atım hızının kararlı duruma geçtiğini göstermektedir.

Laufs ve arkadaşlarının(31) 25 gönüllü erkek üzerinde yaptıkları çalışmada kalp sağlığı açısından faydalı olduğu gösterilmiş olan endothelial progenitor hücrelerinin (EPC) IAT seviyesinde yapılan 30 dakikalık egzersizle artış göstermediği, belirlenen IAT seviyesinin %80'inde yapılan egzersizle bu hücrelerin dolaşımdaki sayısının arttığı gösterilmiştir. Bu da kalp sağlığı açısından IAT seviyesinin altında yapılacak egzersizlerin daha faydalı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bizim yaptığımız çalışmada Beneke'nin ve Urhausen ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalardaki gibi Stegman ve arkadaşlarının belirlemiş olduğu bireysel anaerobik eşik yükündeki submaksimal egzersiz testi denekler için yüksek gelmiş ve 14 denekten 7 tanesi 30 dakikalık koşu protokolünü tamamlayamamıştır. Tamamlayabilenlerinse laktat ve kalp atım hızı değerleri kararlı bir denge durumu göstermemiştir. Bu da bu eşiğin submaksimal bir egzersiz için yüksek olduğunu göstermektedir. Bireysel anaerobik eşik yükünün altındaki yükteyse bütün denekler testi tamamlamış ve test sırasında kalp atım hızlarıyla laktat değerleri kararlı bir denge durumu göstermiştir.

6) SONUÇ VE ÖNERİLER:

Sporun ülkelerin tanıtımı açısından önemli bir araç olmasıyla beraber sporcular ve ülkeler arasındaki rekabet artmıştır. Bu rekabette daha ön sıralarda olmak için sporcular ve spor adamları bilimsel verileri kullanmaya başlamışlardır. Sporcu performansını etkileyen bu verilerden birisi de anaerobik eşiktir. Günümüzde sporcuların antrenman programlarının hazırlanmasında bu eşik kullanılmaktadır. Bu eşğin doğru bir şekilde belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu eşği belirleme yöntemlerinden birisi de bu çalışmada kullanılan bireysel anaerobik eşik yöntemidir.

Bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yük değerlerinin 30 dakikalık submaksimal bir egzersiz için yüksek olup olmadığının gösterilmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre bireysel anaerobik eşik yöntemiyle belirlenen yükler kullanıldığında sporcuların bir bölümünün bu eşik değere göre yapılan egzersizi tamamlayamadıkları görülmüştür. Tamamlayanlardaysa laktat ve kalp hızı değerlerinin kararlı bir denge durumu göstermedikleri saptanmıştır. Bireysel anaerobik eşik değerinin bir altındaki yükte yapılan submaksimal egzersiz testindeyse bütün denekler egzersiz testini tamamlayabilmiş ve laktat ile kalp atım hızı değerlerinin kararlı bir dengede olduğu gösterilmiştir.

Bu sonuçlara göre bireysel anaerobik eşik yöntemine göre bulunan yükün submaksimal egzersiz için yüksek olduğu bu yükün bir alt değerindeki yükünse submaksimal egzersiz için uygun olduğu ileri sürülebilir.

İleride yapılacak çalışmalarda bu yöntem elit sporcularda ve daha büyük bir grupta test edilebilir. Ayrıca bulunan bireysel anaerobik eşik yükünün farklı yüzdelere göre belirlenen yüklerde submaksimal egzersiz testlerinin

sonuçları değerlendirilerek uygun antrenman yükleri
saptanabilir.

7) KAYNAKLAR

- 1) Astrand PO., Rodahl K, Dahl HA, Stromme SB. Textbook of Work Physiology Physiological Bases of Exercise, Fourth Edition, Published by Human Kinetics, 2003
- 2) Svedahl K, MacIntosh BR. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. Can J Appl Physiol. 2003 Apr;28(2):299-323.
- 3) Weltmann A. The Blood lactate response to exercise Human Kinetics 1995
- 4) Urhausen A, Coen B, Weiler B, Kindermann W. Individual Anaerobic Threshold and Maximal Lactate Steady State International Journal of Sports Medicine 1993 ,Vol:14(3), 134-139
- 5) McLennan T M, Cheung KS. A comparative evaluation of Individual Anaerobic Threshold and the Critical Power Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol :24 No:5 1992, 543-550
- 6) Baldari C, Guidetti L. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of maximal lactate steady state Medicine and Science in Sports and Exercise Vol:32 No:10 2000 1798-1802
- 7) Friedmann B, Bauer T, Menold E, Bärtsch P. Exercise with the intensity of Individual Anaerobic Threshold in Acute Hypoxia Medicine and Science in Sports and Exercise 2004 Vol:36 No:10 1737-1742
- 8) Aunola S, Rusko H. Does anaerobic threshold correlate maximal lactate steady state J.Sports Sci. 1992 10: 309-323
- 9) Denadai BS, Gomide EB, Greco CC. The relationship between OBLA, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players Journal of Strength and Conditioning Research 2005 May 19(2) 364-368

- 10) Beneke R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing Med Sci Sports Exerc. 1995 Jun;27(6):863-7
- 11) Guyton AC, Hall JE. Çeviri editörleri: Çavuşoğlu H., Çağlayan Yeğen B. Tıbbi Fizyoloji, Nobel Tıp Kitabevleri 2007
- 12) Tamer K. Sporda Fiziksel ve Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, Bağırhan Yayınevi Geliştirilmiş 2. Baskı 2000
- 13) Janssen P. Lactate threshold training, Human Kinetics 2001
- 14) Tegtbur U, Busse MW, Braumann KM. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise Med Sci Sports Exerc. 1993 May;25(5):620-7
- 15) Lajoie C, Laurencelle L, Trudeau F. Physiological responses to cycling for 60 minutes at maximal lactate steady state Can.J.Appl.Physiol 2000 25: 250-261
- 16) MacIntosh BR, Esau S, Svedahl K. The lactate minimum test for cycling: Estimation of the maximal lactate steady state Canadian Journal of Applied Physiology 2002 Vol:27(3), 232-249
- 17) Kindermann W, Simon G., Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training Eur.J.Appl.Physiol 1979 42: 25-34
- 18) Martin DT, McLean B, Trewin C, Lee H et al. Physiological Characteristic of Nationally Competitive Female Road Cyclist and Demands of Competition Sports Medicin, 2001 31(7), 396-401
- 19) Adachi H., Itoh H., Sakurai S, Takahashi T et al. Short-term physical training improves ventilatory response to exercise after coronary bypass surgery Jpn.Circ J 2001 65: 419-423
- 20) Takeyama J, Itoh H, Kato M, Koike A. et al. Effects of physical training on the recovery of the autonomic nervous

activity during exercise after coronary artery by pass grefting Jpn Circ. J. ,2000 64(11),809-813

21) Lan C, Chen SY, Chiu SF, Hsu CJ. et al. Poor functional Recovery may indicate restenosis in patients after coronary angioplasty Arch. Physical Medicine and Reh. 2003 84; 1023-1027

22) Özçelik O, Dogan H, Kelestimur H. Effects of eight weeks of exercise training and orlistat therapy on body composition and maximal exercise capacity in obese females, Public Health 2006 (120), 76-82

23) Rodriguez-Alonso M, Fernandez-Garcia, Perez-Landaluce J., Terrados N. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball J.Sports Med. Phys. Fitness 2003 Dec; 43(4):432-6

24) Sallet P, Perrier D, Ferret JM, Vitelli V. Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play, Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2005 45(3), 291-294

25) Guidetti L, Gallotta MC, Emerenziani GP, Baldari C. Exercise Intensities during a Ballet Lesson in Female Adolescents with Different Technical agility Int J. Of sports med 2004, 28(4), 342-347

26) Pateyjohns IR, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M. Clifton PM. Comparison of three bioelectrical impedance methods with DXA in overweight and obese men Obesity (Silver Spring). 2006 Vol:14(11), 2064-70

27) Buckley JD, Bourdon PC, Woulford SM. Effect of measuring blood lactate concentrations using different automated lactate analysers on blood lactate transition thresholds J Sci Med Sport. 2003 Dec; 6(4):408-21

28) Sekir U, Özyener F, Gür H. Effect of time of day on the relationship between lactate and ventilatory thresholds: A

Brief Report, Journal of Sports Science and Medicine, 2002
26(4),136-140

29) Gros Lambert A, Grappe F, Bertucci W, Perrey S. et al. A
perceptive individual time trial performed by triathletes to
estimate the anaerobic threshold. A preliminary study J
Sports Med Phys Fitness. ,2004 44(2), 147-56

30) Coen B, Urhausen A, Kindermann W. IAT: Methodological
aspects of its assesment in running Int J Sports Med. 2001
Jan;22(1):8-16

31) Laufs U, Urhausen A, Werner N, Scharhag J. et al. Running
exercise of different duration and intensity: effect on
endothelial progenitor cells in healthy subjects Eur J
Cardiovasc Prev Rehabil. 2005 Aug;12(4):407-14