

59907

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ÖĞRETİMİ
ANABİLİM DALI

**DEĞİŞİK YÜKLENME YÖNTEMLERİNDE TÜKRÜK
LAKTİK ASİD DİNAMİĞİNİN İNCELENMESİ**

Hilmi S.KARATOSUN

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 1997

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ÖĞRETİMİ
ANABİLİM DALI

DEĞİŞİK YÜKLENME YÖNTEMLERİNDE TÜKRÜK LAKTİK ASİD DİNAMİĞİNİN İNCELENMESİ

Hilmi S.KARATOSUN

Yüksek Lisans Tezi

T 59907

Tez Danışmanı

Prof.Dr.Sedat MURATLI

"Kaynakça Gösterilerek Tezimden Yararlanılabilir"

Antalya, 1997

ÖZET

Araştırmamızın amacı; anaerob yüklenmelerde antrenman yönlendirilmesinde invaziv bir yöntem ile elde edilen kan laktatının, noninvaziv elde edilen tükürük laktatı ile karşılaştırılmasıdır. Antrenman yönlendirilmesinde total kan ya da plazma laktat değerleri kullanılmaktadır. Kan laktat ölçümü; psikolojik güçlükler yaratabilir.

Araştırmamıza, denek olarak 14 SDÜ Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümünde okuyan erkek öğrenciler katılmıştır (yaş: 22.07 ± 1.97). Deneklere 48 saat ara ile Wingate ve 400 m. koşu testleri uygulandı. Tüm deneklerin yüklenme öncesi kan ve tükürük örnekleri ile yüklenme sonrası 5. ve 15. dakika kan ve tükürük örnekleri alındı. Laktat düzeyi tükürük ve plazmada enzimatik yöntemle, laktat PAP (Milchsaure) kitleri ile ölçüldü.

Araştırmamızın sonucunda 400m. koşu sonrası plazma ile tükürük laktatı bazalda (29.55 ± 6.77 , 1.33 ± 0.74 mg/dl, $r=0.35$, $P>0.05$), beşinci dakikada (116.91 ± 15.49 , 4.25 ± 3.90 mg/dl, $r=0.012$, $P>0.05$), onbeşinci dakikada (106.2 ± 21.19 , 7.91 ± 4.60 mg/dl, $t=0.14$, $P>0.05$). Ölçümler sonucu değerlerin arasındaki ilişkiler anlamsız bulundu. Wingate protokolünde ise bazal plazma ve tükürük laktatı (26.56 ± 5.32 , 0.88 ± 0.67 mg/dl, $r=0.398$, $P>0.05$) ile onbeşinci dakikada plazma ve tükürük laktatı (91.79 ± 20.38 , 3.91 ± 3.01 mg/dl, $r=0.466$, $P>0.05$) aralarındaki ilişki anlamsız saptanırken beşinci dakika plazma ve tükürük laktatı (112.33 ± 20.32 , 1.97 ± 1.51 mg/dl, $r=0.528$, $P<0.05$) arasındaki ilişkiler anlamlı çıktı. Ayrıca Her iki protokolde de plazma ve tükürük pikleri arasında anlamlı ilişki bulunamadı (400m. $r=0.109$, Wingate $r=0.359$).

Çalışmamızın sonucunda, tükürük laktatının antrenman yönlendirmesinde kan laktatı kadar belirleyici bir parametre olmadığı sonucuna varılmıştır. Literatürde bazı farklı görüşlerin bulunmasından dolayı bu konuda daha fazla araştırma yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Wingate, 400m. koşu, plazma kan laktatı, tükürük laktatı, Anaerobik yüklenme.

SUMMARY

The aim of this work to compare plasma blood lactate level obtained non-invasively, in training directions in anaerobic loadings. Total blood or plasma lactate values are used in training directions. Blood lactate measurements may cause psychological difficulties.

14 male student from Sports High School of Faculty of training. SDU University, were used as subjects in our study (age 22.07 ± 1.97). Wingate and 400 m. run tests were applied to subjects in 48 hours intervals. Blood and saliva samples were taken from all of the applied to subjects before loading and at exactly 5th and 15 the minutes after loading. Lactate levels were determined in saliva and plasma by enzymatic method using lactate PAP (milchsaure) kits.

In our study, the results in plasma and saliva lactate after 400 m. run, were as follows; in basal (29.55 ± 6.77 , 1.33 ± 0.74 mg/dl, $r= 0.35$, $p>0.05$), at 5th minute (116.91 ± 15.49 , 4.25 ± 3.90 mg/dl, $r=0.01$, $p>0.05$), at 15 th, minute (106.2 ± 21.19 , 7.91 ± 4.60 mg/dl, $r=0.14$; $p>0.05$). There seemed to be no significant correlation amongst the measurements. In Wingate protocol, the relation between plasma and saliva of basal (26.56 ± 5.32 , 0.88 ± 0.67 mg/dl, $r=0.398$, $p>0.05$) as well the relation between plasma and saliva lactate of 15th minute (91.79 ± 20.38 , 3.91 ± 3.01 mg/dl, $r=0.466$, $p>0.05$) was not significant. However, the relation between plasma and saliva lactate of 5th minute (112.33 ± 20.32 , 1.97 ± 1.51 mg/dl, $r=0.528$, $p<0.05$) was found to be significant. On the other hand, in both protocol, no significant relation was found between plasma and saliva peaks (400 m $r=0.109$, Wingate $r=0.359$). It is concluded, at the end of this study, that saliva lactate is not as significant a parameter in training directions as blood lactate. As there are conflicting views in literature, more research is needed on this subject.

Key Words: Wingate, plasma blood lactate, saliva lactate, anaerobic loading.

İÇİNDEKİLER

OZET	I
SUMMARY	II
İÇİNDEKİLER	III
GİRİŞ VE AMAÇ	1
SPORTİF AKTİVİTELERDE ENERJİ KAYNAKLARI	2
AEROBİK - ANAEROBİK EŞİK KAVRAMI	15
LAKTİK ASİDİN SPORTİF AKTİVİTELERDEKİ ANLAMI	21
DAYANIKLILIĞIN BELİRLENMESİNDE	
PARAMETRE OLARAK LAKTAT	24
MATERYAL VE METOD	26
BULGULAR VE DEĞERLENDİRME	27
TARTIŞMA	33
KAYNAKLAR	37

1- GİRİŞ ve AMAÇ

Sporcuyu yarışmalara en iyi şekilde hazırlamak, antrenman programını düzenlemek, sporcunun performansını istenilen zamanda en üst düzeye ulaştırmak, her antrenörün tek düşüncesidir. Bu amaçla; bilimsel tabana oturmuş antrenman programları yanında, birim antrenmanda yapılacak yüklenmelerde fizyolojik sınırların bilinmesi ve bu çerçevede içerisinde yüklenmelerin yapılması gereklidir. Yarışmalarda değişik şartlar altında güç üretimi için, insan organizmasının anatomik, fizyolojik ve psikolojik sistemlerinin üst düzeyde uyum içerisinde çalışması gereklidir.

Yarışmalarda sporcular için en büyük engel yorgunluktur, sporcunun yorgunluğu yenebilmesi ya da erteleyebilmesi onun o anki başarısını arttıracaktır. Bu durumda tüm antrenörlerin amaçlarından biri de, yorgunluğu yenmektir.

Antrenman yönlendirilmesinde ve antrenman biliminde, sporcuların performans seviyelerinin saptanması ve gelişimlerinin izlenmesi önemli bir yer teşkil etmektedir. Performans seviyesinin saptanmasında, anerobik eşik değerini bulmak önemli bir yol gösterici olmaktadır. Bunun için güvenilir bir parametre olan, kan laktatının ölçülmesi yalnızca acil enerji kaynağı olan glikoliz hakkında bilgi vermez, aynı zamanda anaerobik kapasite hakkında da bilgi verir (1,2). Anaerobik eşik tayini için kullanılan yöntemlerden birisi kan laktat düzeyinin saptanmasıdır (3,4). Laktik asidin kandaki birikim zamanının tayini antrenman yüklenmesinde kullanılan güvenilir bir parametredir. Bunu tespit için sporcunun kan örneklerinden yararlanılmaktadır. Ancak kan laktat düzeyinin ölçümünde, saha koşullarında, bazı dezavantajlar görülmektedir; örneklemin steril koşul gerektirmesi, kan alımı için özel eğitilmiş bir kişiye ihtiyaç duyulması ve acı verici bir girişim olmasından dolayı, duygusal stres, rahatsızlık hissi yaratabilmesi, yöntemin zorluklarından dolayı antrenman

yönlendirilmesinde alternatif olarak kullanılacak parametreler bulmak için yöntem arayışları sürmektedir.

Tükrük laktatı, bu alternatif görüşlerden birisini oluşturmaktadır. Tükrüğün saha koşullarında kolay toplanabilir olması önemli kolaylık getirmektedir (5-6). Bu konuda çok az sayıda araştırma yapılmış olması, az sayıda denek kullanmış olmaları ve sonuçların çok belirgin bir görüşü ortaya koyamamış olması bu konunun irdelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmamızda; anaerob yüklenmelerde, antrenman yönlendirilmesinde, invazif bir yöntem ile elde edilen kan laktatını, noninvazif olarak elde edilen tükrük laktatı ile karşılaştırarak, tükrük laktatının antrenman planlaması ve yönlendirilmesinde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmayı amaçladık.

2. SPORTİF AKTİVİTELERDE ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji ne yaratılabilir ne de yok edilebilir, bu nedenle enerjinin transferinden söz etmek daha doğrudur. Kaslar, enerjinin yavaşca ATP'ye transfer edildiği bir yanma odası olarak düşünülür ve bu reaksiyonlarda organik katalizör olarak görev alan enzimler enerjiyi açığa çıkarırlar ve de transfer ederler. Enzimlerin herbiri çok miktarda protein ve az miktarda koenzim içerirler. Her bir enzimin su ve hidrojen tutma ve götürme gibi basit bir görevi vardır. İşlevleri esnasında enzimler bir çok faktörden etkilenirler:

-Isı; kaslar ısınınca enzim aktivitesi artar, böylece enzim aktivitesi ısınmadan sonra artar.

-Asid; her bir enzim belirli bir asitide düzeyinde optimal çalışır. Güçlü egzersizler laktik asid ve H iyonu üretir, bu durumda yükselen pH enzim aktivitesini ve enerji üretimini azaltarak yorgunluğu neden olur (6).

Organizmada, her çeşit hücre aktivitesi gibi kas aktiviteside enerjiye ihtiyaç gösterir. Organizma gerekli enerjiyi besinlerden temin eder. Bu besinler; karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir. Ancak sportif faaliyetlerde

karbonhidratlar ve yağlar ön planda yer alırlar, proteinler daha çok aşırı açlık gibi durumlarda enerji kaynağı olarak kullanılır.

Egzersiz süresinde, kasların işlevi, elde edebildiği karbonhidrat miktarına bağlıdır ve kaslar karbonhidrat metabolizması için sistemlerini geliştirmiştir. Enerji eldesi için karbonhidratlar önce glukoz (monosakkarit - bir ünite şeker) dönüştürülür ve kan yoluyla tüm vücut dokularına taşınırlar. Dinlenme koşullarında kaslar ve karaciğer tarafından alınır ve kompleks bir şeker molekülüne dönüştürülür -glikojen- glikojen, hücre sitoplazmasında, hücre tarafından ATP formunda kullanılmaya kadar depo edilir. Glikojen, glukoz dönüştürülmek üzere, karaciğerde de depo edilir, gerektiğinde kan tarafından aktif dokulara taşınır ve orada metabolize edilir (6,7). Kas ve karaciğer glikojen depoları, diyetin özelliğine bağlıdır, şayet diyet yeterli miktarda karbonhidrat içermezse, bu rezervler sınırlıdır. Karbonhidrat rezervlerinin yeniden doldurulması için, nişastalı ve şekerli besinlere ihtiyacımız vardır. karbonhidratlı besinlerin diyetinde yetersiz bulunması, kas ve karaciğeri öncelikli enerji kaynağından yoksun bırakacaktır (8,9).

Sportif aktivitelerde, karbonhidratların yanında yağlar da enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Vücut, karbonhidratlardan sentezlediği yağın fazlasını depo eder. Vücudun yağ rezervleri karbonhidrattan çok fazladır. Fakat yağlar hücre metabolizması için daha az yararlanılabilir enerji kaynağıdır, çünkü yağların önce kompleks yağ formu olan trigliseridlerden temel komponentleri olan; gliserol ve serbest yağ asitlerine (FFA) dönüştürülmesi gerekir. Çünkü ATP eldesi yalnızca serbest yağ asitlerinden sağlanabilir (7).

Karbonhidrat ve yağ metabolizması yoluyla meydana gelen organik fosfat bileşikler, örneğin ATP ve CP kas enerjisinin kaynağıdır. ATP, bütün hücrelerde bulunan labil bir bileşiktir ve kimyasal yapısı; adenin, riboz ve üç fosfat kökünün birleşmesinden oluşur. Normal koşullarda fosfat bağlarının her birinde 7,300 kalori vardır. Enerji gerektiren tüm fizyolojik mekanizmalar enerjilerini ATP'den elde ederler, ATP'nin yenilenmesi için, hücrelerdeki

besinler yavaş yavaş okside edilerek, serbestlenen enerji ile ATP'yi yeniden oluştururlar. Böylece bu maddenin sürekli olarak hazır bulunmasını sağlarlar (8,10). Kassal aktivite esnasında enerji üretim adımlarına bakacak olursak;

-yüksek enerjili CP, ATP nin sentezi için parçalanır,

-glukoz veya glikojen anaerobik parçalanır,

-glukoz, glikojen veya serbest yağ asitleri sistematik olarak parçalanır veya bir seri enzimle okside edilir, ve sonunda CO₂ ve H₂O elde edilmesi için O₂ ile birleştirilir; ATP oluşturmak için enerji açığa çıkarılır (7).

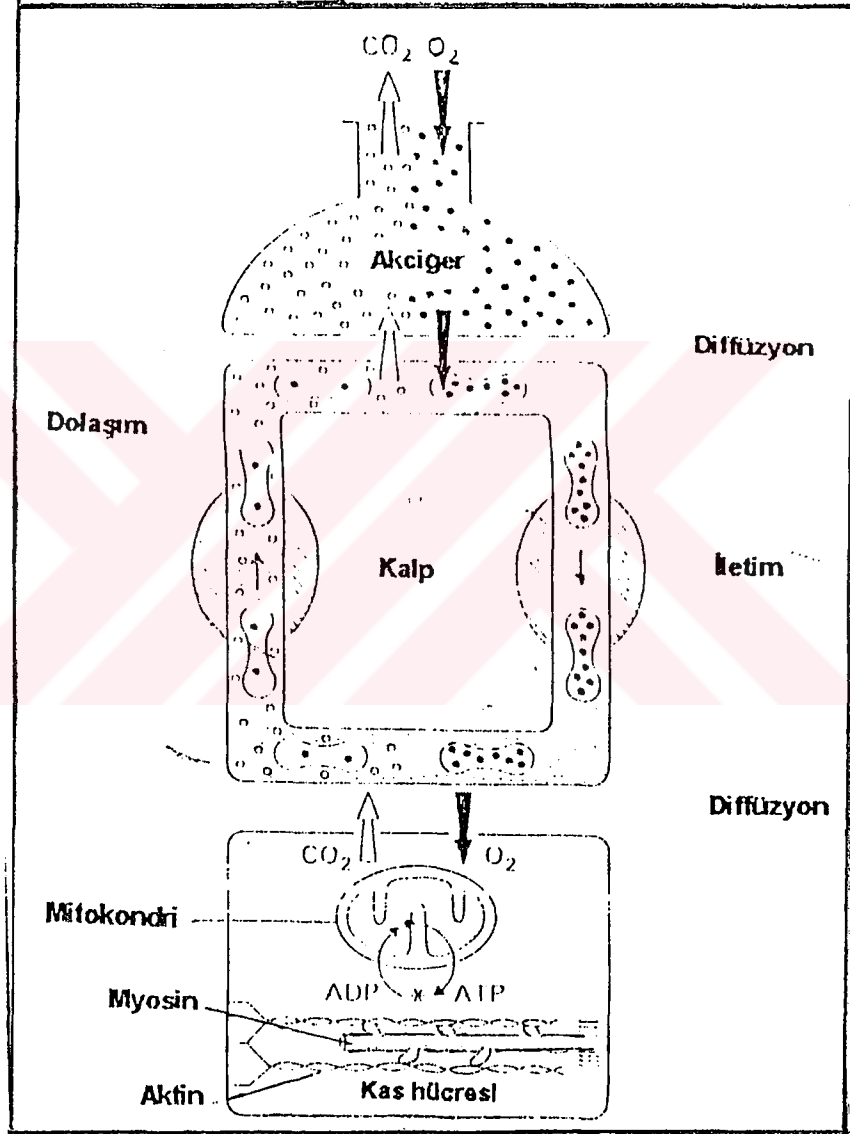
Sonuç olarak egzersiz esnasında kullanılan enerji sistemlerini üç ana başlık altında inceleyebiliriz.

2.1. Uzun Süreli Enerji Üretimi

Kas hücresi, düşük tempolu çalışmalarda enerji ihtiyacını oksidatif fosforilasyon'dan, bir başka deyişle hücre solunum yolu ile karşılar. Bu işlemde başlıca yakıt maddesi olan karbonhidratlar ve yağlar hücre içerisinde mikroskobik bir organel olan mitokondrilerde yıkılırlar. Bu işlem yakıt maddelerinin kimyasal bağlarında depolanmış enerjinin (bu enerji esasen güneş enerjisidir) %50'lik bir miktarını elde etmeye izin verir. Bu nedenle solunum, hücrenin enerji ihtiyacı sürecinde tekrar kullanabileceği biçimdeki enerjinin oluşturulmasını sağlayan hücre solunumunun bir şekli olarak düşünülebilir. Kullanılmayan veya geriye kalan enerji ısı şeklinde kaybolur ve vücut ısısının korunmasına hizmet eder (10,11).

Solunum süresince tüketilen O₂ miktarı organizmanın güç üretimi işlemiyle doğrudan doğruya orantılıdır. 1W metabolik güç üretimi 3-5 ml/dakika O₂ tüketimini gerektirir. Kişi istirahat halinde 250-300ml/dk O₂ tüketir. Bunun sonucunda yaklaşık 100 W'lık metabolik enerji üretir. İstirahat esnasında temel olarak O₂ tüketen organlar; beyin, kalp, böbrekler ve intestinal organlardır. Kaslar kapladıkları geniş hacime rağmen toplam enerjinin %20'sinden daha az bir miktarını tüketirler. Bu durum aktivite sırasında farklıdır. Aktivite yükünün artmasıyla örneğin; bisiklet

ergometresiyle aerobik performans testi yaparken, verilen bir dış yükte O_2 orantılı bir biçimde artış gösterir. En sonunda O_2 tüketimi belli bir düzeyde sabit kalır ve bunun ötesinde kas için gerekli olan enerji anaerobik glikolizden sağlanmak zorundadır. Bu noktada plazma laktat seviyesinde hızlı bir artış gözlenir (7,10,11).



Şekil.1. Solunum sisteminde gaz değişimi (11).

Performans testi yeterince geniş bir kas kitlesi ile sürdürüldüğünde, oksijen tüketiminde bir plato gözlenir, bunun ötesinde oksijen tüketiminde artış sağlanmaz. Bu plato maksimal oksijen tüketimi veya $max. VO_2$ olarak

adlandırılır. Max. VO_2 düzeyinde alınan oksijenin %90'ının iskelet kası mitokondrilerine gider (Astrand & Rodohl,1986). Bu da iskelet kasının diğer organlardan daha ileri durumda olan hücresel solunum işlevi düzeninin geniş dinamik kapsamını sergilemektedir. Akciğerlerden iskelet kası mitokondrilerine aktarım safhalarının hangisinin bireydeki aerobik enerji akışını sınırlayıcı safha olduğu uzun bir süredir tartışılmaktadır. Her bir aktarım safhasının periferdeki oksijen akışına direnç eklediği gelişen bir düşüncedir. Bununla beraber geniş kas kitlesiyle aktivitedeki normoksia bireyde daha büyük mukavemetli (%80) kardiovasküler oksijen naklinde bulunmaktadır (di Prompero, 1985). Bu nedenle kardiovasküler oksijen nakli, şiddetli aktivite süresince oksijen aktarımının en önemli basamağı olarak düşünülebilir (11).

Sportif faaliyetlerde, aerobik bir aktiviteye başladığımızda, bu aktivitenin uzun zaman aralığı gerektirdiğini bildiğimizden dolayı kendimizi buna göre ayarlayıp aktivitenin başında çok fazla laktik asid birikmesini önleyebiliriz. Buna rağmen solunum sisteminin tam olarak aktif duruma gelene kadar geçen zaman diliminde, glikoliz devrededir. Aktiviteye max. VO_2 'nin %75'i ile başladığımızda plazmadaki laktat seviyesinin başlangıçta yükseldiğini fakat daha sonra oksidatif fosforilasyonun kas hücrelerinde aktif hale gelmesiyle glikolis'in yerini aldığını söyleyebiliriz (11,12).

2.1.2. Aerobik Glikoliz

Aerobik glikoliz; glukoz ya da glikojenin oksijenin var olduğu ortamda enerji üretmesi anlamındadır. Aerobik aktivite süresince glikoliz pirüvatı oluşturur, bu anda var olan oksijen sayesinde, meydana gelen pirüvat mitokondriye giderek, sitrik asid döngüsüne girer. Oksidatif dekarboksilasyona uğrayan pirüvat, daha sonra hücre mitokondrisinde trikarbositik asid döngüsüne dahil olan, asetil CoA'ya dönüşür. Bu karmaşık degradasyon sürecinde, asetil grupları asetil CoA' dan enzimatik olarak kopar, iki CO_2 molekülü mitokondriyi terk eder, hücre boyunca hareket

ederek kan dolaşımına geçer ve akciğerlere geri taşınır. Dört çift hidrojen atomu diğer bir enzim sistemine (solunum zinciri) NAD ve FAD koenzimleri yolu ile taşınır, büyük bir kısmı ADP'nin ATP'ye fosforilasyonu (oksidatif fosforilasyon) ile depolanmış olan kimyasal enerji serbest kalır (10,13).

Glukoz yahut glikojenin CO₂ ve H₂O oluşturuncaya kadar geçirdiği metabolik değişimlere aerobik glikoliz denir. Aerobik glikoliz yoluyla bir molekül glukozdan elde edilen enerji ile 40 molekül ATP sentezlenir. Bunlardan ikisi reaksiyonda kullanıldığından net ATP miktarı 38 moleküldür (10,14,15).

2.1.3. Serbest Yağ Asidlerinin Oksidasyonu

İskelet kası, kandan serbest yağ asidlerini alır ve bunları CO₂ ve H₂O ya kadar okside edebilir. Özellikle aktiviteden sonra dinlenme haline geçince ve kendini yenileme evrelerinde kas enerjisi bu yolla sağlanır. Yağ asidinin oksidasyon enerjisinden elde edilen ATP miktarı, yağ asidinin karbon zinciri uzunluğuna göre değişir. Örneğin; palmitik asidin oksidasyonu sonucu 131 molekül ATP sentezlenir, reaksiyon esnasında 2 ATP kullanıldığından net 129 molekül ATP elde edilir. Sitrik asid döngüsü mitokondri matriksinde, oksidatif fosforilasyon ise mitokondri iç membranında gerçekleşir (8,10,15).

2.2. Acil enerji sistemi

Yüksek enerjili ATP; kasın gerilimini arttırmak için kullanabileceği yegane enerji kaynağıdır. Bununla birlikte kas hücresinde bulunan ATP miktarı (yaklaşık 5 mMol/gr/yaş/ağırlık) yalnızca iki-üç kasılma hareketine ya da büyük bir kas gücü gerektiren hareketlere bir iki saniye yetecek kadardır (16). Kreatin fosfat (CP) yüksek enerjili fosfat bileşimidir ve ATP'den daha küçük bir molekül olduğundan kas hücresi içerisine diffüzyonu daha kolaydır. Bu sistemin ek bir avantajı ise enzim yardımı ile CP deki enerjinin, ADP'ye yeniden transfer olabilmesidir, ADP'de bu enerjiyi kullanabilir. Kas

hücrede sadece myoflamentler kreatin fosfat havuzuna erişebilir. Bu da CP'nin yığılmasına ve kas hücrede nispeten yüksek konsantrasyonda olmasına olanak sağlar. CP, enerji kaynağı olarak ATP gibi doğrudan doğruya kullanılmaz. Yani, CP'nin kasa enerji sağlamasından önce ATP'nin parçalanması gerekir CP nin görevi, kas metabolizması ile parçalanmış ATP'yi tekrar sentezleyerek yerine koymaktır. Enerji doğrudan doğruya indirgenme şeklinde sağlandığından CP sistemi derhal faaliyete geçebilir, fosfatını kolayca ADP ye aktarabilir ve kısa yoldan ATP yapımını sağlar. İstirahat esnasında glukoz, glikojen ve serbest yağ asidi oksidasyonu sonucu, mitokondride sentezlenen ATP'den alınan fosfokreatin, fosfokinaz aracılığı ile kreatine verilerek CP sentezlenir. CP, organizmanın kısa süreli ve patlayıcı güç üreten enerji kaynağıdır (10,15,16.17).

Kreatin fosfatın konsantrasyonunun 15-20 mMol/gr/yaş/kas miktarı, ATP'nin 3-4 katı olmasına karşın, her ikisi kasların kasılma hareketini yalnızca biraz daha fazla (yaklaşık 6-8 saniye) sürmesini sağlar, bu da atletizmde 100 m. sprint koşusu için bile yetersiz kalır. Azami yükleme esnasında ADP'nin ikinci fosfat grubu da bir diğer ADP molekülüne transfer edilebilir (myokinase yardımıyla) bu süreçte, ATP ve AMP (adenozin monofosfat) oluşur. ATP-CP rezervleri egzersizin başından itibaren kullanılabilir acil enerji kaynaklarını oluştururlar, bu yol ile enerji oluşumunda O₂ varlığı gerekmez ve ortamda laktik asit oluşmaz, fakat kapasiteleri çok zayıftır, submaksimale yakın bir egzersizin 10 saniye süreyle devamına aynı şiddette izin vermez. Kısa süreli maksimal egzersizlerde, 5 saniyede hemen hemen CP'nin %88'i harcanır. Bu tip koşuların uzman sporcular, sprintin başında ATP-CP havuzundan daha fazla enerji çekebilirler, daha fazla mekanik enerji üretebilirler ve daha hızlı koşabilirler. Denilebilirki, bu sporcular aynı zamanda çok iyi tekniğe, çok iyi kas verimine ve kaslarının elastikiyetlerini çok iyi kullanma özelliklerine sahiptirler.(Hirvonen, 1987). Şayet bütün eforu kullanarak 10 saniyelik bir sprint aktivitesi gerçekleştirilirse, fazlası ile glikoliz olmadan CP seviyesi son derece düşük miktarlara indirgenebilir. Sonunda alaktik oksijen borçlanmasına maruz

kalınır, sonrasında, yeniden yüklenmek amacıyla birkaç dakika beklenirse, daha önce elde edilen güç miktarının aynısı elde edilebilir (6,17).

2.3. Kısa süreli enerji sistemi

2.3.1 Anaerobik glikoliz

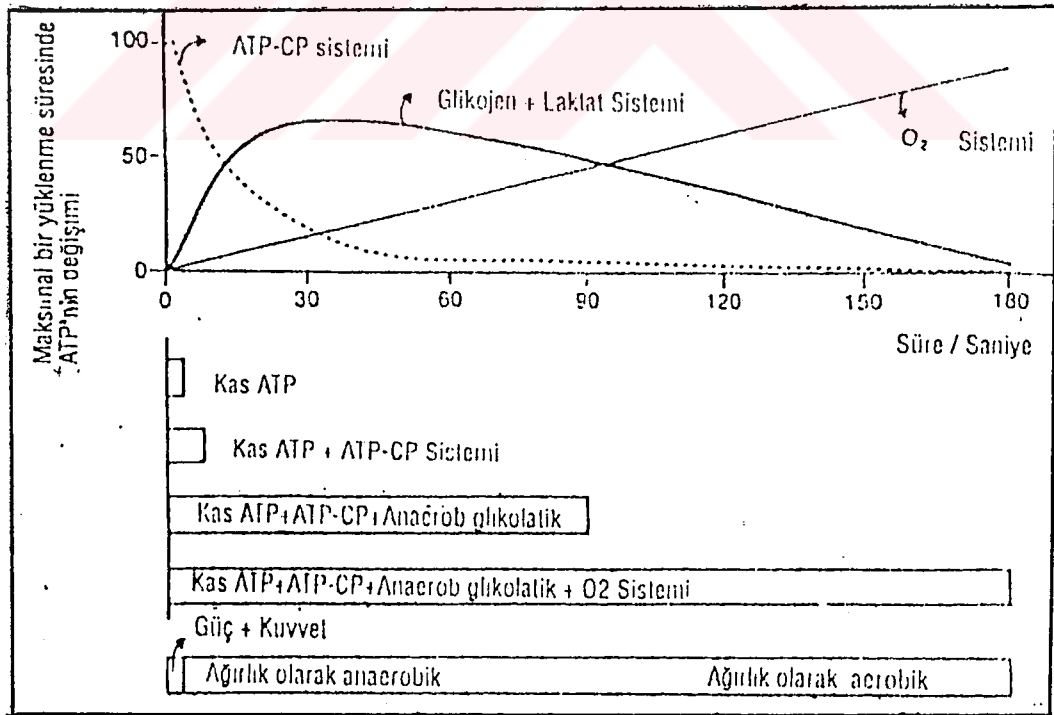
Glukoz, anaerobi glikolizin yakıt maddesidir ve hem kas hücresi glikojeninden hem de kana glukozu bırakan karaciğer glikojeninden kaynaklanır (9). Glikoliz, glikojenin laktik asid oluşturuncaya kadar 12 enzimatik reaksiyonun ard arda olduğu süreçtir. Bu reaksiyonların tümü hücrenin sitoplazmasında gerçekleşir. Bu süreçte her bir mol glikojenin degradasyonu sonucu 3 mol ATP sentezlenir. Şayet glikojen yerine glukoz kullanılırsa net kazanç 2 mol ATP'dir çünkü 1 mol ATP glukozun, glukoz 6-fosfata dönüşümü için harcanır (7,10,15). Glikoliz reaksiyonuna giren maddeler 6 ya da 3 karbonlu ünitelerdir. 6 karbonlu üniteler glukoz ve fruktoz türevleridir, 3 karbonlu üniteler ise, gliserat, pirüvat, gliseraldehid ve dihidroksiaseton türevleridir. Glikolizin tüm ara ürünleri fosforile edilmiş bileşiklerdir. Glikolitik yolda glukoz önce 1,6 difosfata çevrilir. Bu çevriliş üç aşamada gerçekleşir (glukoz 6-fosfat, fruktoz 6-fosfat ve fruktoz 1,6-difosfat) (18).

Glikolizin bundan sonraki reaksiyonlarında fruktoz 1,6 difosfat, 2 adet 3 karbonlu bileşiğe ayrılır, gliseraldehid 3-fosfat ve dihidroksiaseton fosfat. Bu iki bileşik çok hızlı birbirine dönüşebilir. Böylece bir molekül glikozdan iki molekül gliseraldehid 3- fosfat meydana gelir. Bu evrede enerji meydana gelmez ve 2 ATP harcanır. Bundan sonraki reaksiyonlarda ise, ATP sentezlenecektir. İkinci evrede, 3 karbonlu bileşiğin pirüvata dönüşmesi sırasında 2 molekül ATP sentezlenmektedir. Bir molekül glikozun pirüvata dönüşmesi sırasında oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonları ile iki ATP harcanmış, 4 ATP meydana gelerek net kazanç 2 ATP elde edilir (5,6,23). Eğer glikoliz mitokondrilerin pirüvat alım kapasiteleri üzerinde bir hızda gerçekleşirse, kas hücreleri içerisinde laktik asid birikimi artar. Laktik asid

hücre içi pH değerini düşürür, şayet aktiviteye devam etmek isteniyorsa laktik asidin kas hücresinden atılması gerekir, bu da nispeten yavaş bir işlemdir (8,11,15,19).

Glikolizin devamı NAD'nin aralıksız okside edilerek, NAD^+ meydana getirilmesi ile mümkündür. Anaerobik ortamda bunun için tek yol NADH'den pirüvat'a elektron transferidir. Bu transferle pirüvat, laktat'a dönüşür. Aerobik ortamda pirüvat sitrik asid döngüsüne girer (14,15).

Sportif faaliyetlerde, 800-1000 metre gibi zorlayıcı koşullarda glikoliz tamamiyle aktif duruma geçer ve plazma laktat seviyesi çok yüksek durumlara erişebilir (antrenmanlı sporcularda 20 mMol/l'nin üzerinde). Bu olay asid-baz dengesini önemli ölçüde bozar ve plazma pH değerini 6,9'a kadar düşürebilir (normal değer 7,4). Daha önemlisi, kas hücresinden laktat atılımının çok yavaş olması sebebiyle, hücre içi homeostasis bozulabilir. Bu tür bir aktivitenin tamamlanmasından sonra kas hücrelerinin yeniden eski dengelerine dönebilmeleri saatler sürer.

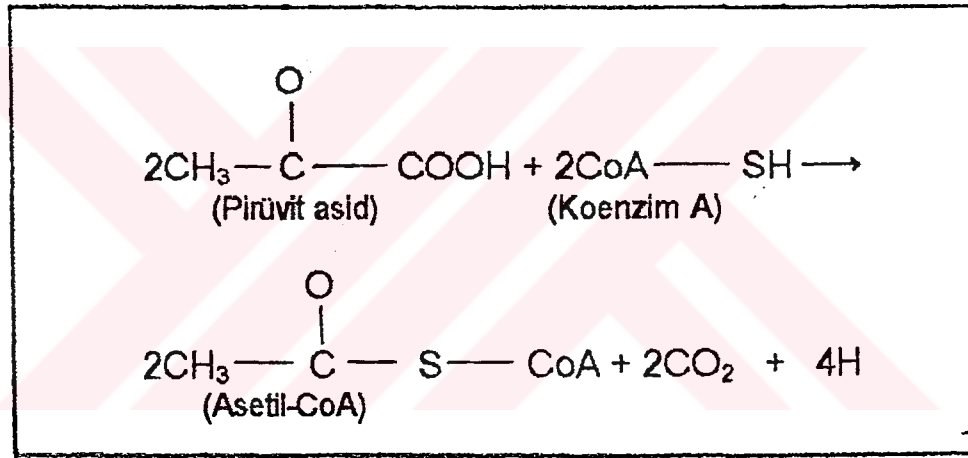


Şekil.2. Üç dakikaya kadar süren maksimal yüklenmelerde ATP oluşumuna yönelik süreçler (11).

CP sisteminin kas hücresi çevresindeki nukleotidleri tamamiyle tüketmeden kullandığı göz önünde tutulmalıdır. Bu olay glikoliz için farklıdır, eğer kas hücresinde laktik asidin birikmesiyle birlikte hemen glikoliz durdurulmazsa, sadece bir kaç dakika içerisinde mevcut glikojenin tamamı yıkılabilir. En iyi koşullarda glikojen depolarının besin kaynakları yolu ile depolanması en azından bir günlük süre gerekir (11).

2.3.2. Pirüvik Asidin Asetilkoenzim A'ya Dönüşümü:

Glikoz parçalanmasının bundan sonraki aşamasında (1) iki pirüvik asid molekülünün mitekondri matriksine kolaylaştırılmış transportu ve (2) bunların iki molekül asetil Co A'ya aşağıdaki reaksiyonla dönüşümü yer alır.

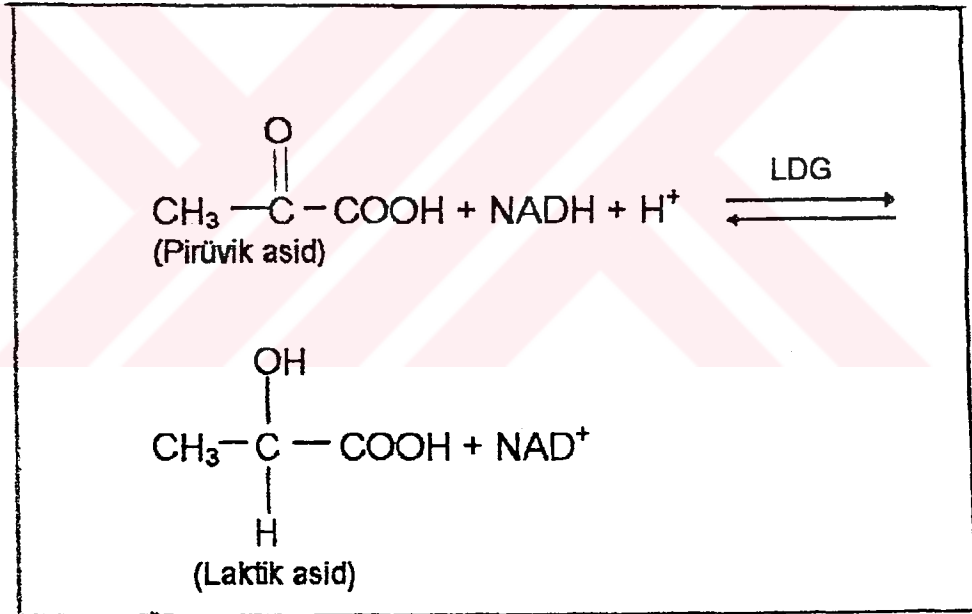


Bu reaksiyona göre; vitamin pantoneik asid türevi olan koenzim A ile iki pirüvik asid molekülünün geri kalan bölümleri iki molekül asetil-CoA oluşturmak üzere birleşirken, iki karbondioksit molekülü ve dört hidrojen atomu serbestlenir. Bu çevrilmede ATP oluşmaz, ancak daha sonraki aşamalarda 4 hidrojen atomunun oksitlenmesi sırasında 6 molekül ATP oluşur (7,11,15).

Bazen O₂ sağlanmadığı yada yetersiz olduğu koşullarda oksidatif fosforilasyon (hidrojenin oksidasyonu ile ATP oluşumu) gerçekleşemez. Bu koşullarda bile küçük miktarda enerji elde edilebilir. Çünkü glikolitik yıkımda glikozu pirüvik aside parçalayan kimyasal reaksiyonlar oksijen gerektirmez

ama bu süreç glikozun israfına yol açar. Bu yoldan tüketilen her glikoz molekülünden elde edilen enerji, glikoz molekülündeki toplam enerjinin % 3'ünden biraz fazlasıdır. Bununla beraber, hücrelerde serbestlenen ve anaerobik enerji denilen bu glikolitik enerji, oksijen bulunmadığı zaman bir iki dakika için hayat kurtarıcı değer taşımaktadır (10,15).

Kitlelerin etkisi yasasına göre, bir kimyasal reaksiyonun son ürünleri ortamda biriktiği zaman reaksiyonun hızı sifıra yaklaşır. Glikolitik reaksiyonların son ürünleri H^+ ve $NADH^+$ tır. Bunların birikmesi sonucu, glikolitik süreç durarak, ATP oluşumu önlenir. Son ürün miktarı çok artınca, bunlar aşağıdaki reaksiyona göre laktik asid oluştururlar (10).

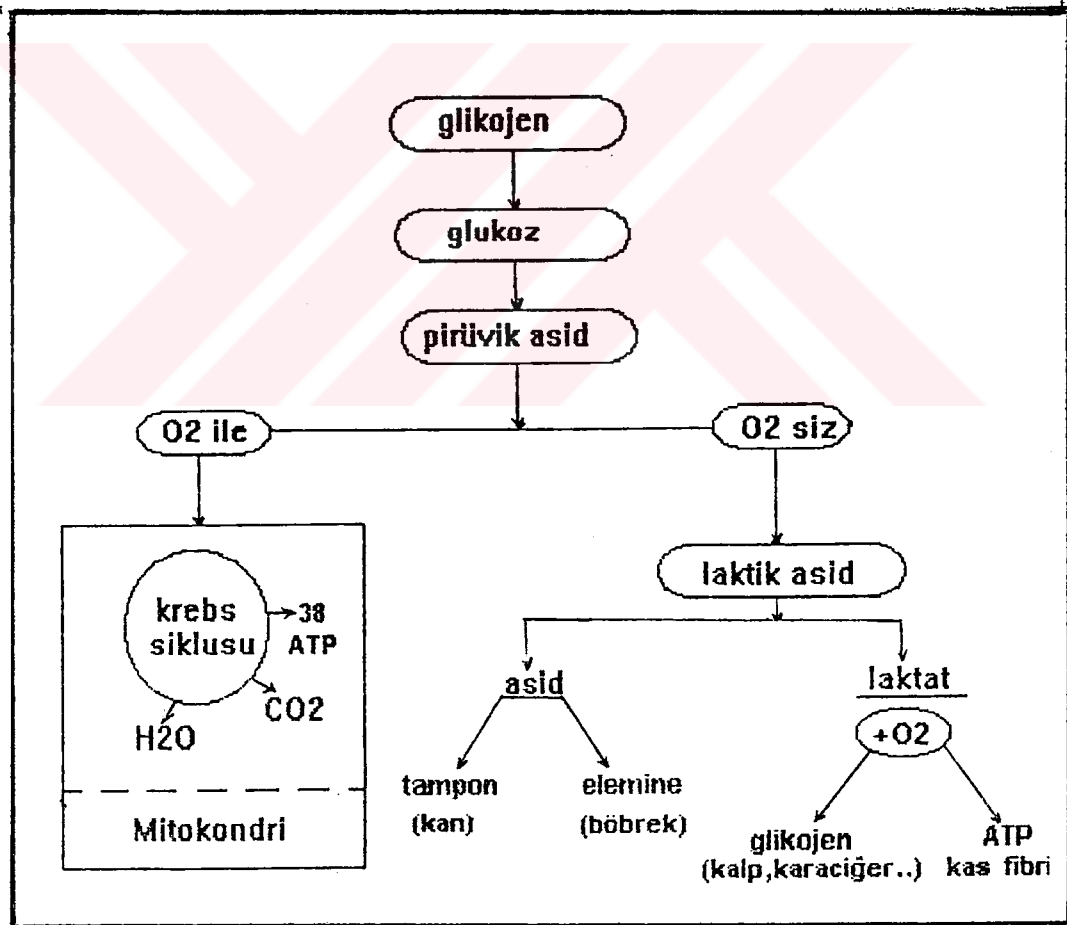


Anaerobik koşullarda, pirüvik asidin büyük bir bölümü, laktik aside dönüşür. Pirüvik asid ekstrasellüler sıvılara, hatta aktiviteyi az olan diğer hücrelerin intrasellüler sıvılarına kolayca diffüzyona uğrar. Bu nedenle laktik asid , glikolitik son ürünleri ortadan kaldıran bir çeşit "lavabo deliği" gibidir. Böylece pirüvik asid ve hidrojen, ortamdaki uzaklaştırılarak glikoliz devamı sağlanmış olur. Eğer bu çevrilme olmasaydı, glikoliz ancak birkaç saniye

daha devam edebilirdi. Halbuki oksijensiz ortamda bile bu yolla dakikalarca önemli miktarda ATP sağlanabilir (8,11,13).

2.3.2.1. laktik asid - laktat

Anaerobik glikolizin son ürünü olan pirüvik asid, anaerobik ortamda, hidrojen ve NADH^+ laktatdehidrogenaz enzimi aracılığı ile, laktik aside dönüştürülür. Laktik asid ve laktat aynı molekül değildir. Laktik asid, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ kimyasal formül ile bilinen yapıdır. Laktat, laktik asidin herhangi bir tuzudur. Laktik asid bir H^+ salıverdiği zaman, kalıntı Na^+ veya K^+ ile tuz formunda birleşir. Anaerobik glikoliz laktik asid üretir, fakat o hızla tuz-laktat formuna döner. Bu nedenle, iki terim karşılıklı olarak aynı anlamda kullanılır (5,15).



Şekil.2. Laktik asid oluşumu ile elemine edilmesi, tamponlanması ve yeniden ATP oluşumunun şematik açıklaması (9).

Egzersiz şartlarına ve dinlenme durumuna göre, kas hücresinin ürettiği LA, farklı biçimlerde elemine edilir. LA, hücre membranını aşar ve dolaşım ile;

-diğer kaslara

-kalbe

-Böbreğe (üriner sistemde elemine edilir).

-Karaciğere (önce pirüvata daha sonra glikojene dönüşür) taşınır (9,17).

Kalp kası aerobik olarak çalışır fakat farklı enerji maddeleri kullanır. İstirahat halinde; %65 yağ asidleri, %16 laktat, %10 glukoz, %10 amin asidlerini enerji maddesi olarak kullanır. Efor esnasında; laktat %65, yağ asidleri %25, glukoz %10, laktatın kullanımını artar, yağ asidlerinin tüketimi azalır (20).

Laktik asid, hem bir enerji taşıyıcısı ve hem de, yoğun eforun ürettiği, artan yorgunluğu gösteren bir işarettir. Güç harcamanın oksidatif yolları kullanıp gerekli enerjiyi üretme yeteneğini aştığı durumlarda; LA, O₂ açığının kapatılmasına katılır. Laktik asidin, " Asid " bölümü, homeostazis için tehlike oluşturur, bu durumda laktik asid, tamponlanmak ve elemine edilmek zorundadır. Laktat, hem ATP, hemde glikojen olarak yeniden kullanılabilir.

1-Asit bölümü; kan plazması içeriğindeki tampon maddeleri tarafından absorbe edilir ve nötrale edilir. Bu tamponlama olayı (kurutma kağıtının yaptığı gibi), kan asidozunun çok hızlı yükselmesini engeller ve kan pH sınını mümkün olduğunca uzun bir süre dengelemeye çalışır.

2-Laktat bölümü, (şekerlerin moleküler yapısı gibidir ; glukoz; C₆ H₁₂ O₆, laktat ; C₃ H₆ O₃), myokard yakıtı olarak kullanılır, glikojen formunda karaciğerde depo edilir. O₂' nin varlığında ATP' nin resentezinde kullanılır (9).

Egzersiz esnasında laktat bir fibrilde üretilebilir ve diğer fibriller için enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Oksijen yetersizliği laktat artımındaki tek

faktör değildir. Laktat oluşumu glikoliz, LDH ve mitokondrial kinetiklere ilişkilidir. Organizmada bir çok faktör laktat oluşumunda etkilidir, bu da laktat metabolizmasının karmaşıklığını gösterir (7,21).

2.3.3. Laktik Asidin O₂ varlığında Glikoza Dönüşümü

Eğer bir kişi, anaerobik metabolizma sonrası tekrar O₂ solumaya başlarsa, laktik asid tekrar hızla pirüvik asid, NADH⁺, H⁺ne dönüşür. Daha sonra bu maddeler hızla, büyük miktarda ATP oluşturmak üzere oksidasyona uğrarlar. Bu fazla miktardaki ATP, pirüvik asidin yaklaşık dörtte üçünün tekrar glikoza dönüşümüne yol açar. Böylece oksijen sağlandığında anaerobik glikoliz sırasında oluşan büyük miktardaki laktik asid vücuttan kaybedilmez, ya tekrar glikoza dönüştürülür, ya da doğrudan enerji için kullanılır. Bu dönüşümün büyük bölümü karaciğerde, küçük bir bölümüde diğer dokularda gerçekleşir.

Aerobik glikoliz daha çok enerji ürettiği halde, anaerobik glikolizin de avantajı; hücrenin sağladığı oksijenden bağımsız olarak tam kapasite ile ve hiç zaman kaybetmeden başlayabilmesidir. Anaerobik enerji üretim hızı da oldukça yüksektir. Bu, birim zamanda anaerobik yolda, aerobik yola göre daha büyük miktarda enerji sağlandığı anlamına gelir (6,12,18,22).

3. AEROBİK - ANAEROBİK EŞİK KAVRAMI

Anaerobik eşik kavramının gelişimi 1907 yılında Fletcher ve Hopkins'in "istirahat halindeki kasın çok az laktik asid ihtiva ettiğini, fakat anaerobik şartlarda laktik asid üretiminin arttığını" göstermeleri ile başlamıştır. Şiddeti giderek artan bir egzersiz esnasında gerekli enerji, belirli bir noktaya kadar aerobik mekanizmalar ile temin edilir. Ancak, bu noktadan sonra aerobik mekanizmalar yetersiz kalır ve anaerobik mekanizmalar da devreye girer. Anaerobik mekanizmaların enerji teminine katılmaya başladığı bu noktaya anaerobik eşik denir (laktat eşiği). Anaerobik eşik sedanter kişilerde maksimal oksijen kullanımının % 40-60'ı

arasında iken, elit sporcularda maksimal oksijen kullanımının % 75-85'i arasındadır. Anaerobik eşiğin üstündeki egzersiz süresi laktat üretiminin artmasından dolayı oluşan metabolik asidoz nedeniyle kısadır (12,21,22).

Temelde benzer olmakla beraber, anaerobik eşiğin birkaç değişik tanımı yapılmıştır. Bunlardan bazıları; "efor için gerekli toplam enerjide anaerobik süreçlerin katkısının belirgin bir şekilde artmaya başladığı efor düzeyidir (13)", "kas egzersizlerinin O₂ ihtiyacını karşılayamadığı nokta", "uzun süren egzersiz esnasındaki laktat konsantrasyonunun dengede olduğu en yüksek metabolik hız", "kan laktat konsantrasyonu ve laktat/pirüvat oranında devamlı bir artış olmaksızın, bireyin ulaşabildiği en yüksek O₂ kullanım değeri", "laktat yapımını takiben metabolik asidozun meydana geldiği nokta" gibi tanımlar yapılmıştır (13,21,23).

Stegmann ve çalışma arkadaşları "Bireysel anaerobik eşik noktasını" laktatın maksimal atılma hızı ve diffüzyon hızının dengede olduğu zaman olarak tanımlarlar. Deneysel kanıtlar ve teorik değerlendirmeler, 4 mMol laktat/lit bölgesini dayanıklılık egzersizinde anaerobik eşik için, geçiş noktası olarak saptanmıştır.

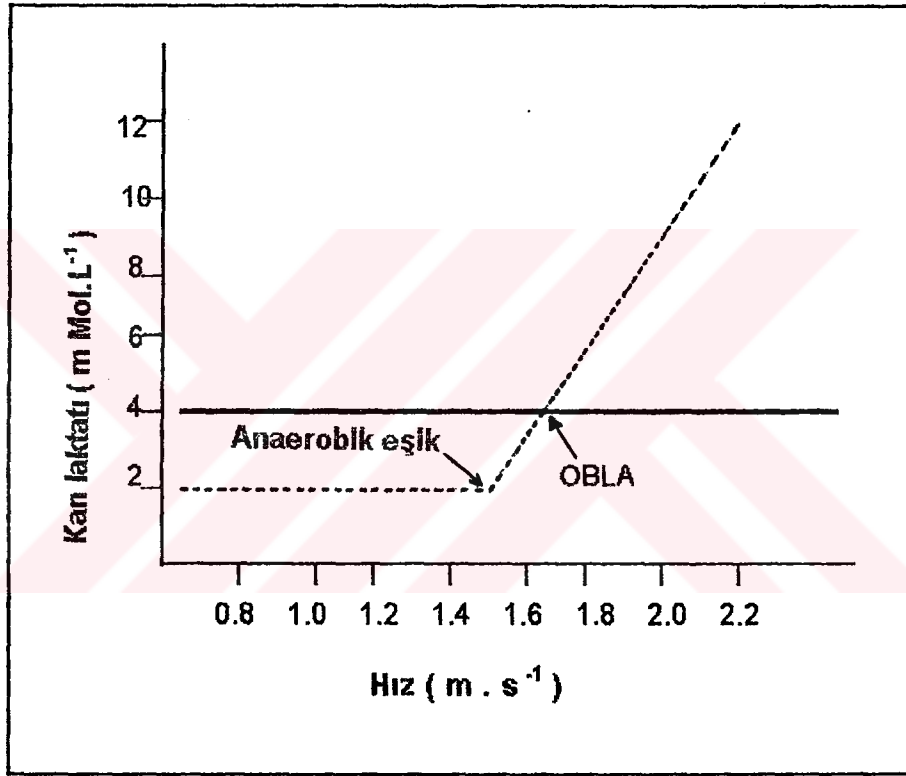
Eğer yüklenme artarken laktat konsantrasyonunda değişmelerin gözlemlendiği ergometrik çalışmalar (koşu bantı, ergo bisiklet gibi) yapılırsa, karakteristik bir davranış modeli gözlenir; çalışmanın başındaki kısa bir yükselmeden sonra laktat düzeyi, çalışma süresince yüklenmelere karşı sabit kalır. Daha yüksek bir yüklenmede ise daha yüksek bir laktat düzeyi tesbit edilir. Bu durum, sabit durum olarak bilinir ve laktat oluşumu ve eliminasyonu arasındaki denge ile karakterize edilir. Eğer egzersizin uzaması esnasında laktat oluşumu, maximum atılma hızını aşarsa laktik asid organizmada birikmeye başlar, bu iki durum arasında laktat oluşumu ve atılmasının hala dengede olduğu bir maksimal vardır. Bu yüklenme, literatürde "maksimal laktat sabit durumu" olarak bilinir. Ancak bu efor düzeyine gelinceye kadar kastan kana laktat geçişi eforla linear bir şekilde artar ve submaksimal eforda laktat düzeyinde bir plato kendini gösterir. Bu

düzyey 4-5 mMol/l olup kana geçen laktat ve kandan uzaklaştırılan laktat arasındaki dengeyi oluşturur. Diğer bir deyişle; laktatın kana geçiş hızı kandan eliminasyon hızına eşit ise, kan laktat konsantrasyonu değişmez, dolayısıyla laktat Steady-State'i oluşur. Bu değere denk gelen yük'e "bireysel anaerobik eşitik" denir. Yüklene, kademeli olarak arttıķa kasta artan laktat birikimi ile kana geçiş hızı artacak ve bunu takiben yeni Steady-State'ler oluşacaktır. Böylece bireysel maksimal laktat Steady-State düzeylerine ulaşılacaktır (4,12,13,21).

Bazı araştırmacılar anaerobik eşiti tanımlamak için, kesin kan laktat düzeyinde 2 mMol/l. ve 4 mMol/l'yi kullanılır. Bu görüş, solunum eşitinin (ventilatory anaerobik eşitik) 2 mMol/l. veya 4 mMol/l. kesin sabit laktat konsantrasyonu olduğunu bulan Davis ve arkadaşları tarafından açıklanmıştır . Yoshida ve arkadaşları, 1982, Heck ve arkadaşları 1985, 4 mMol/l laktat birikimindeki iş şiddetini anaerobik eşitik olarak sınırlandırdılar. Diğer alışmalar, anaerobik eşitin, ister gaz değişimi ister kesin kan laktat konsantrasyonu ile ölçülen, aynı O₂ uptake'inde oluştuğunu göstermiştir. Bu buluş, kan örneğine olan ihtiyacı (uygun laktat analizi) elemine etmek için düşünüldü ve standart olarak arttırılan egzersiz testleri sırasında anaerobik eşitin noninvaziv tespitine olanak sağladı.

Brooks, anaerobik eşitik görüşünün, daha çok ATP üretimi üzerindeki O₂ kısıtlanmasından dolayı kasılan kaslarda laktat üretimi meydana geldiğini belirledi. O, bazı araştırmacıların, dakika akciğer ventilasyonunun, kan laktat konsantrasyonundaki değişiklikleri daima izlemediğini gösteren sonuçlarına dikkatlerini çekti. Son bilgiler, serum laktat seviyesinin artışının aşamalı egzersizden hemen sonra başladığını ve fiziksel yüklene boyunca devam ettiğini gösterir. Bu gözlem gösterdiği, kas seviyesindeki laktatın üretimiyle aşılan, vücuttan laktat klirensinin bulunduğu noktada, kan laktat seviyesinde akut artışın genellikle var olduğunu ortaya koyar ve o, hipoxia ve anaerobik metabolizmanın , serumdaki laktik asidin birikiminden uzun zaman önce, hücre seviyesinde başladığını belirtir (13,14,24).

Yukarıda açıklanmaya çalışıldığı gibi anaerobik eşğin tanımı tamamen açık değildir, bu yüzden çeşitli araştırmacıların karşılaştırmaları yetersizdir. Bazılarına göre anaerobik eşik, öncelikle egzersiz yapan kasın enerji desteği olarak anaerobik metabolizmayı kullanmaya başladığı nokta olarak belirtilir. Diğer bir kısım araştırmacıya göre ise, anaerobik eşik noktası, serumdaki laktat konsantrasyonunun aniden yükseldiği nokta olarak tanımlar (OBLA). Hala bir kısım araştırmacı, serumda laktat üretiminin laktat klirensini aştığı nokta olarak, anaerobik eşği tanımlıyorlar (7,25).



Şekil 3. Egzersiz şiddeti (yüzme hızı) ve kan laktat birikimi arasındaki ilişki

3.1. Anaerobik Eşik Tespit Metotları

Anaerobik eşik başlıca iki yöntemle belirlenmektedir; invazif ve noninvazif yöntem.

3.1.1. İnvazif Yöntem

Anaerobik eşik, invazif olarak egzersiz sırasında alınan kan örneklerindeki laktat konsantrasyonu tayininden belirlenir. Bu yöntemde; egzersiz şiddeti veya oksijen tüketimi arttıkça, kan laktat seviyesi de sistematik bir şekilde artmaya başlar. Bu noktadan itibaren belirli aralıklarla alınan kan örneklerinde laktat konsantrasyonunun belirlenmesi ile tayin edilir. Anaerobik eşiğin tayini, ekseriyetle, şiddeti kesikli olarak artan (incremental) egzersizle veya şiddeti devamlı olarak artan egzersizle (ramp protokolü) yapılmaktadır. Çünkü bu her iki protokol test süresini önemli oranda kısaltmaktadır ve hassastırlar. Wasserman ve arkadaşları yaptıkları çalışmada bir ve dört dakikalık yük artış protokolleri uygulamışlar ve anaerobik eşiğin belirlenmesinde bir dakikalık aralıklarla yük arttırmanın daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır (22).

3.1.2. Noninvazif yöntem

Ekonomik nedenler ve çalışma güçlüklerinden dolayı bu yöntem benimsenir. Bu yöntem ile anaerobik eşik tespiti için, ventilasyon, ventilatuar eşik, solunum frekansı, solunum katsayısı ve nabız gibi parametrelerden yararlanılır (13).

3.1.2.1. Anaerobik Solunum Eşiği (VAT)

Eğer solunum kemoreseptörleri tam ise artan karbondioksit üretimi kan laktat düzeyindeki artışla birlikte ve bikarbonattaki azalma solunumdaki artışla sonuçlanır. Solunumun arttığı nokta, Wasserman ve McIlroy (1964) tarafından anaerobik eşik olarak tanımlandı. Anaerobik eşiğin yukarısında çalışma oranlarında ventilasyonun, VO_2 (O_2 tüketimi) ile orantısız olarak artar ve ventilasyondaki artışın, tidal volümde bir değişme olmaksızın solunum frekansında bir artış ile kendini gösterir. Wasserman ve McIlroy tarafından tanımlanan anaerobik eşik şimdi VAT olarak

adlandırılıyor. VAT düzeyi üzerindeki iş performansları, artan bir oksijen borçlanmasını da beraberinde getirmektedir.

Bu eşiğin kişilerde tekrarlanabilirliği, antrenmanlarda kullanılabilirliği ve sportif performansı belirlemede kullanılabileceği ifade edilmektedir. Genel olarak bu eşiğin yetişkinlerde 4 mMol/lit laktat birikiminde başladığı belirtilmektedir.

Sürekli egzersiz esnasında VE (ventilasyon), VO_2 (oksijen tüketimi) ile doğrusal olarak artar. O_2 için ekivalan solunum (VE/VO_2) ve CO_2 için ekivalan solunum (VE/CO_2) zamana karşı kaydedilirken, burada VE/CO_2 'de bir değişme olmaksızın VE/VO_2 'nin yükseldiği bir nokta oluşur. Bu Wasserman - McIlroy tarafından tanımlanan VAT'tır. VAT, solunum gaz oranları değişimindeki ani sistematik artışla, CO_2 üretimindeki doğrusal olmayan artışla ve solunum gaz değişimi oranında beklenmedik sistematik artışla tanımlanmıştır. Ciozzo ve arkadaşları, bu gaz değişimi indeksinin bir kaçını karşılaştırdılar ve VAT'ın noninvaziv tanımlanmasında VE/VO_2 oranını onayladılar (13,18,27).

3.1.2. 2. Kalp Atım Hızı

Nabız sayısı, saha koşullarında yüklenme şiddetinin tayininde kullanılan uygulaması kolay bir parametredir. Yüklenme yoğunluğuna paralel olarak, nabızdaki artış bir süre linear olarak artar yani yüklenme yoğunluğu arttıkça nabız sayısında artmaktadır. Bu, ATP üretimi için, vücudun gereksinimi olan oksijeni kas dokusuna taşımak amacıyla kardiyovasküler sistemin hızlanarak kan atım hacmini egzersize uyarlamaya çalışmasıdır. Ancak yüklenme yoğunluğu arttıkça, belli bir düzeyden sonra nabız artışı linear iken, bu nabız artışının hiçbir amaca hizmet etmediği yani nabız artsa dahi gerekli O_2 temini konusunda yetersizlik ortaya çıkmaktadır ve bundan sonra bir sapma, durgunlaşma meydana gelmektedir. Fizyolojik olarak bu değişime "dönüşüm noktası" denir. Bu nokta kritik bir noktadır, antrenman uygulamalarında belirli parametrelerin sinyali olarak görülür ya

da öyle kabul edilir. Bu nokta, sporcunun antrenman ve performans düzeyine göre değişik nabız değerlerinde ortaya çıkar (26).

Nabız eşiğinin belirlenmesi, ventilatuar eşik ve laktat eşiğinin belirlenmesi gibi karmaşık ve pahalı değildir. Ayrıca laktat tespitinin aksine, test sırasında kasta ne kadar glikojen depolanmış olduğundan bağımsızdır. Conconi ve arkadaşları, anaerobik eşiğin tahmini için noninvaziv metod olan kalp atış hızını önerirler. Onların görüşlerine göre, egzersiz esnasındaki değişik bir noktada, kalp atış hızı eğrisinde artış oldukça azalır. Bu azalma noktası, kalp hızının boşalma noktası olarak ifade edilmektedir. Bu boşalma noktasının OBLA ile aynı zamana rastladığı düşünülür. Gaisl ve Wiespeiner, 11 yaş gurubu çocuklarda noninvaziv tekniği önermiştir. Onların verilerine göre solunum teknikleri kullanarak belirlenen kalp atış oranı ve OBLA'yı kullanarak belirlenen kalp atış oranları benzerdir. Bu veriler, çocuklarda kalp atış hızı boşalma noktasının kullanımını gösterir (13,18). Bununla beraber bu yöntemin geçerliliği halen tartışılmaktadır. Laktat eşiği ve ventilatuar eşik hemen hemen herkeste tespit edilebilirken, nabız eşiği bir çok kişide tespit edilememektedir. Laktat eşiği ve ventilatuar eşik kavramlarının fizyolojik temelleri ve birbirleriyle ilişkisi kolayca izah edilebilmektedir. Nabız artış hızındaki kırılmanın sebebi ise henüz bilinmemektedir (26).

4. LAKTİK ASİDİN SPORTİF AKTİVİTELERDEKİ ANLAMI

Laktat dehidrogenaz (LDH) pirüvatı, laktata redükte eder. Pirüvat +NADH⁺ + H⁺ \xrightarrow{LDH} Laktat +NAD reaksiyonu bir çok koşulda dengede bulunur. İskelet kasında, yüksek LDH aktivitesi ile diğer glikolitik enzimler karşılaştırıldığında bu reaksiyonun dengede olduğu görülür. laktatdaki artış; pirüvat, H⁺, sitozolik NADH arttığı koşullarda olur.

Fizyolojik yorgunluğun nedenlerinden biri olarak laktik asid sorumlu tutulmaktadır. Fiziksel egzersiz esnasında çalışan kasların hücrelerinde ve kanda laktat konsantrasyonu yükselir. Laktik asid, glukoz metabolizmasının

ara ürünüdür ve kanın normal pH derecesinde ($7,4 \pm 0,03$) anyon (laktat) olarak bulunur (5,21).

Laktik asidin kanda belirli bir oranda yükselmesi anaerobik glikolizi sınırlar, kas hücrelerinde biriken laktik asid sonucu hücre ortamını asidleşir ve pH derecesi düşer. Belirli bir asitide derecesinde, glikoz enzimleri katalitik etkilerini kaybederler, fonksiyonlarını azaltarak glikojenin yıkımını yavaşlatır veya durdurur, üstelik kas fibrillerinin Ca^{++} bağlanma kapasitesini, dolayısıyla kasların kasılmasını engeller ve sporcunun yorulmasına, hareketlerin istenilen düzeyde yapılmasına engel oluşturur.

Antrenman yüklenmesi, iskelet kaslarındaki aerobik metabolizmanın, enerji gereksinimi karşılayamayacağı kadar artarsa kandaki laktat seviyesi, kas hücrelerindeki laktat üretimi nedeniyle, artma gösterir. Dinlenme sırasında ve 120 Wat'a kadar düşük egzersiz düzeylerinde arterial ve venöz kanda laktat konsantrasyonları eşittir. Daha yüksek egzersiz düzeylerinde arterial laktat konsantrasyonu, venöz laktat konsantrasyonuna göre yükselir, çünkü arterial olarak taşınan laktik asid, egzersize katılmayan kaslarda metebolize olur (6,10,13).

Laktik asid, organizmada zararlı bir ürün olarak görülmemelidir. Kalp kası laktik asidi pirüvik aside çevirerek enerji için kullanma yeteneğine sahiptir. Bu olay büyük ölçüde ağır egzersiz esnasında, iskelet kaslarından kana büyük miktarda laktik asid serbestlendiği zaman gerçekleşir (6). İstirahat halinde aerobi sistem söz konusudur, bu durumda kanda çok az miktarda laktik asid birikimi vardır (100 ml'de 10 mg), kısa süreli yoğun egzersizde laktik asidin kandaki oranı yüksek seviyeye ulaşır, yoğunluk ve yüksek laktat konsantrasyonu egzersizin yavaşlamasına ve ya durmasına neden olur. Laktat konsantrasyonu, 5 dakika veya daha uzun süreli orta şiddetteki egzersiz esnasında, dinlenme düzeyinin ancak 2-3 katı artar (100 ml'de 20-30 mg), o halde yalnız başına laktat artışı yorgunluk olayından sorumlu tutulmamalıdır, glisemi azlığı ve su kaybını da araştırmak gerekir

(28). Sportif uygulamalarda arterial laktat ölçümü (antrenman yönlendirilmesinde) daha doğru olacaktır.

4.1. Egzersiz Sırasında Laktat Üretiminin Düzenlenmesi

Çalışmalar laktat oluşumunun; maksimal ve submaksimal egzersizde NADH'ın ve O₂ kullanımının azalması ile ilgili olduğunu göstermektedir. Düşük şiddetli egzersizde (VO₂ max.%40) kaslarda NADH azalır, yoğun egzersizde (VO₂ max. %75-100) artar, bu solunum zinciri tarafından O₂ kullanımı ile sınırlıdır. Kan ve kasdaki laktat birikimi NADH ile birlikte olur (13,29).

Egzersizin şiddeti, aerobi gücün altında olduğu zaman laktatemi artışını gözlemek olasıdır. O halde LA egzersizin başında, aerobi kaynakların enerji ihtiyacını destekleyemediği zaman üretilmektedir. Bu durumda şayet egzersiz devam ederse laktatemi daha fazla artmaz, azalabilir, bu laktatın oksidasyon yolu ile yeniden kullanmak anlamına gelmektedir. Böylece, yüksek laktat konsantrasyonu sabit bir egzersiz esnasında anaerobi metabolizmanın katılımının belirtisi değildir, fakat sadece egzersizin başında bir miktar anaerobi enerji üretimidir.

Dolayısıyla, teorik olarak O₂'den yararlanma azalmasıyla laktat üretimi artar, bu iki mekanizma ile olur :

1. Glikoliz hızı artışına bağlı pirüvat konsantrasyonunun artması,
2. Sitozolik NADH konsantrasyonunun artması (hipoksiye bağlı mitokondrial NADH'ın artması sekonder olarak gelişir).

Pirüvat oluşumu ile eş olarak NADH oluşur. Düşük iş yükünde pirüvat oluşumu aynı miktarda pirüvatın oksidasyonu ile dengededir. Mitokondrial sistemlerin membranları NADH'a geçirgen değildir, böylece eş miktar döngü sistemlerine nakledilir (13,18).

Egzersizde, kaslardaki laktat/pirüvat oranı laktat oluşumunun arttığı durumlarda artar bu da sitozolik NADH konsantrasyonunun arttığını gösterir.

Sitozolik NADH ve laktat oluşumunun artması mitokondriye NADH'ın yetersiz taşınmasıyla ortaya çıkar. İzometrik kasılmada NADH, 5 saniyede 2 kat artar. Bu O₂ depolarının hızla tükendiğini gösterir. Kasılma kas yorgunluğuna dek sürerse (laktat artmışsa) sitozolik NADH artmıştır. İnsan kası, değişik metabolik özellikleri gösteren lifler içerir. Kas lif tipine göre NADH durumu da değişebilir. Düşük şiddetli egzersizde (VO₂ max % 40) NADH yalnızca Tip I liflerde artarken, yüksek şiddetli egzersizde ise (% 75-100 VO₂ max.) NADH Tip II liflerinde artar, bu O₂ tedarikinin liflere yetmediğini gösterir (12,13,29).

5. DAYANIKLILIĞIN BELİRLENMESİNDE, PARAMETRE OLARAK LAKTAT

Laktat tesbiti, anaerobik eşik noktasının saptanması ve dayanıklılık antrenmanının değerlendirilmesine (aerob ve anaerob yüklenmelerin yoğunluğunu belirleme, dolayısıyla de yüklenmeleri yönlendirmeye) olanak sağladığı için önemlidir.

“Dayanıklılık” terimi belirli bir yüklemeye rağmen uzunca bir süre aktiviteyi sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanır. Dayanıklılık, laktat düzeyinde, metabolik adaptasyon (uyum sağlama) süreçlerinin yapısı dahilinde meydana gelen ATP formasyonunun hala yalnızca oksidatif forforilasyon (aerobik degradasyon yöntemi) ile sağlandığı yüklemeye ile karakterize edilir. Bir başka şekilde, aerobik enerjiden kısmi olarak anaerobik enerjiye geçiş olarak bilinir. Daha önce açıklandığı gibi, anaerobik dayanıklılık ise bu laktat konsantrasyonun, 4 mMol/lit' yi aştığı durumdaki yüklemeye şeklinde tanımlanmıştır. Spor hekimliğinde, şu anda, kandaki laktatın optimal antrenman yüklemesini hesaplamasında ya da yönlendirilmesinde kullanılabilecek bir yöntem olduğu konusunda önemli kanıtlar vardır (13,29). Bir başka deyişle, fiziksel egzersiz esnasında, kandaki laktat ne kadar geç yükselirse, enerji temin edici süreçler tarafından aerobik glikoliz o kadar büyük oranda kullanılır. Bu nedenle, dayanıklılık antrenmanının önemli etkilerinden biri de mitokondri sayısı ve

Dayanıklılık antrenmanının önemli fizyolojik etkilerinden biri de kardiyovasküler sistem üzerine olmaktadır. Kalp, önemli ölçüde, boyutsal ve hacimsel değişikliklere uğramakta ve koroner arterlerin sayısında artma olmaktadır(10). Bu değişiklikler sonucu, bu sistemin çalışma kapasitesinde, üst seviyede bir sporcu ile normal bir kişi arasındaki büyük farklılık ortaya çıkmaktadır. Ağır egzersizde, üst düzeydeki sporcunun kalbi dakikada 30-40 lt kan pompalayabilirken, sedanter bir insanın kalbi ise bu durumda ancak dakikada 20 lt kan pompalar. İkinci olarak; üst seviyedeki bir sporcu, iskelet kas gücünün yüksek değerdeki aerobik kapasitesini kullanabilir. Bu üstünlük, kapillerlerin kas kümesi ve mitokondrinin ortalamanın üstündeki büyüklük ve sayısı ile ilişkilidir (6,7,13).



MATERYAL ve METOD

Çalışmamıza denek olarak, SDÜ Eğitim fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümünde okuyan, 14 erkek öğrenci katıldı. Deneklerin yaşları 19-24 arasındaydı (22.07 ± 1.97 yıl). Deneklerin yapılacak işlemler için rızaları alındıktan sonra, alınan anamnez ve yapılan fiziksel muayenelerinde sağlıklı oldukları onaylanarak araştırma protokolleri uygulandı. Denekler elit düzeyde sporcu olmayıp ilgilendikleri spor dalları şu şekilde idi; yedi kişi güreşçi, dört kişi futbolcu, bir kişi atlet, bir kişi hentbolcu, bir kişi tackwondocu idi. Araştırma protokollerimiz deneklere uygulanmadan önce önemli kas aktivitelerinden kaçınmaları ve protokol öncesi gecesi iyi bir şekilde dinlenmeleri tavsiye edildi. Deneklere 48 saat ara ile "**Wingate anaerobik güç ve kapasite testi**"(30) ile "**400 m. koşu testi**" uygulandı. Denekler her iki testten iki saat önce standart menü içeren hafif bir kahvaltı yaptılar.

Wingate anaerobik güç testi; Monark 814 E marka ergo bisiklette yapılmıştır. Test sırasında deneklere 75 gr/kg'lık bir yük uygulandı. Denek test başlangıcında 60 RPM'de ve 30 Wattlık bir direnç ile 3 dakika ısıtılmıştır. Isınmanın sonunda 75 gr/kg'lık direncin uygulanması ile birlikte test başlamış ve 30 sn süresince deneklerden pedala olabildiğince hızlı çevirmesi istendi. Bisikletin ön tekerleğine kazandırılan RPM'i (dakikadaki tur sayısı) ölçmek için ışığa duyarlı fotoselli bir takometre kullanıldı. Bisikletin ön tekerleğine bir birinden uzaklığı $\frac{1}{4}$ birim olan 4 adet reflektör yapıştırıldı. Takometre reflektörlerin hizasına sabitlendi. Bisikletin tekerleği bir tur döndüğünde takometre 4 uyarı alıyor ve aldığı uyarılar arasındaki zamanı ölçerek dakikadaki tur sayısını belirliyordu. Daha sonra elde edilen değerler bir formül yardımı ile kg/Watt cinsinden standart veri haline getirildi.

400 m koşu testinde, deneklerden 400 metre mesafeyi olabildiğince hızlı koşmaları istenmiştir. 400 metre koşu testinden önce tüm denekler 10 dakika süre ile ısıtıldılar ve 4'er kişilik, raslantısal gruplar halinde, 400 metre

testine alındılar. Testi uygulayan deneklere sırası ile "yerlerinize, hazır, çık" komutları verilerek test başlatıldı. 400 metre koşu mesafeleri el kronometresi ile ölçüldü, sonuçlar saniye ve milisaniye olarak kaydedildi.

Her iki yüklenme protokolünden önce kan ve tükürük numunelerinin tam zamanında alınabilmesi için tüpler hazırlandı. Kan örnekleri önceden heparinlenmiş tüpler içine, antekübital venden steril şartlarda alınırken, tükürükler bir küçük cam huni aracılığı ile 5 ml'lik plastik tüplere alındı. Kan numunelerinin 10 dakika süreyle, 2000 g'de santrifüjlenerek plazmaları ayrıldı. Plazma ve tükürük numuneleri alındıktan kısa bir süre sonra derin dondurucuya konularak, bakılıncaya kadar -65 derecede saklandı.

Her iki protokolden önce, denekler dinlenme halinde iken bazal örneklemeleri alındı. Hemen sonra uygulanan yüklenme protokollerinin bitiminin 5. ve 15. dakikalarda ikinci ve üçüncü örneklemeler alındı. Plazma ve tükürüklerdeki laktat düzeylerini saptamak için, Laktat PAP enzimatik kitleri (Milchsauvre marka) ile spektrofotometrede (Philipss UV-nea red marka), 505 nm dalga boyunda köre karşı absorbansları okundu. Standart absorbans ile oranlanarak numunelerin laktat düzeyleri saptanarak, mg/dl şeklinde ifade edildi.

Çalışmamızın istatistiksel analizinde, tekrarlayan değerler için Varyans analizi sonrası, eşleştirilmiş t testi, istatistik yöntem olarak seçildi. $P < 0.05$ ve daha küçük değerleri anlamlılık seviyesinde kriter olarak alınarak sonuçlar, ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi. Tükürük ve plazma laktatı arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile incelendi.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri

Araştırmamızda yer alan deneklerin, antrenmen yılları iki ile üç yıl arasında değişen ve değişik spor branşları ile ilgilenen öğrenci gurubundan oluşmuştur. Denekler, düzenli olmayan bir şekilde haftada iki yada üç kez,

doksan dakikayı geçmeyen antrenmanlar yapmaktadırlar. Deneklerin fiziksel özellikleri ve antropometrik ölçüm sonuçları, tablo 1' de gösterilmiştir.

2. Wingate, Protokol Sonuçları

Wingate protokolü uygulamasından elde edilen RPM' lerin Mc.Ardle - Katch formülünde yerine konması sonucu (31), hesaplanan ortalama güç değeri 8.28 ± 0.37 , peak güç değeri 9.78 ± 0.95 kg/Watt bulunmuştur.

2.1. Wingate, Plazma Laktat Sonuçları

Yapılan ölçümler sonucu, plazma laktat değerleri; bazal 26.56 ± 5.32 mg/dl, yüklenmenin 5.dakikasında 112.33 ± 20.32 , yüklenmenin 15. dakikasında ise 91.79 ± 20.38 olarak bulunmuştur.

Plazma laktatının istatistiksel analizinde, bazalden 5.dakikaya ($p < 0.0001$), bazalden 15.dakikaya ($p < 0.0001$) artmış, 5.dakikadan 15. dakikaya doğru ($p < 0.0001$) azalma görülmüştür.

Tablo 1. Deneklerin fiziksel özellikleri ve antropometrik ölçümleri

n= 14	AO	SS	Minumum	Maximum
Yaş	21.714	2.199	18	25
Boy	1.69	0.06	1.62	1.82
Ağırlık	67.57	4.40	59.5	77.5
BMI	23.49	1.91	20.53	26.81
LBW	61.44	3.10	55.35	66.76
% Yağ	8.92	1.85	6.85	13.36

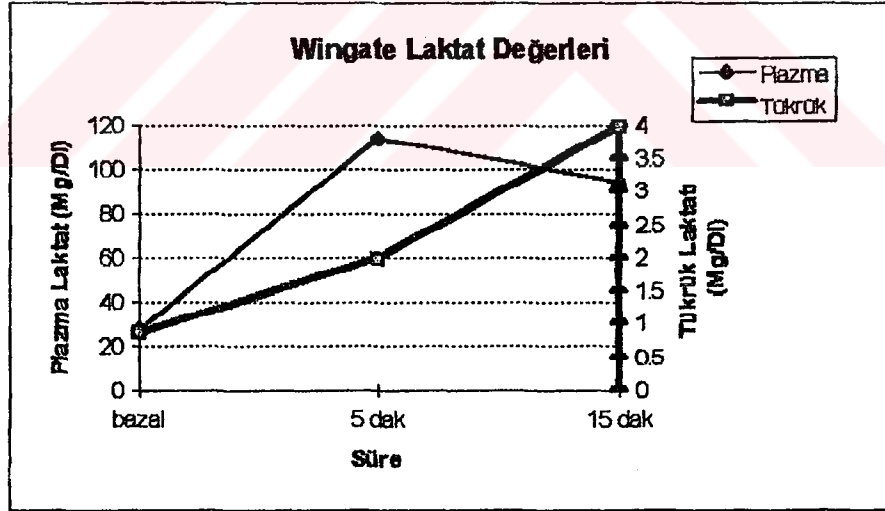
2.2. Wingate, Tükrük Laktat Sonuçları

Tükrük laktatı sonuçlarını incelediğimizde; bazal değer 0.88 ± 0.67 mg/dl, yüklenmenin 5. dakikasında 1.97 ± 1.51 mg/dl, yüklenmenin 15.dakikasında 3.91 ± 3.01 mg/dl olarak bulunmuştur.

Wingate, tükrük laktatının istatistiksel analizinde; bazalden 5. dakikaya ($p<0.05$), bazalden 15. dakikaya ($p<0.01$) ve 5. dakikadan 15. dakikaya ($p<0.05$) anlamlı artışlar görülmüştür.

2.3. Wingate, Plazma ve Tükrük Karşılaştırılması

Wingate testinde, plazma ve tükrük değerlerini karşılaştırdığımızda; plazma bazal ile tükrük bazal ($r= 0.39$), plazma 15. dakika ile tükrük 15. dakika ($r= 0.41$) arasında anlamlı bir ilişki olmamasına karşı, plazma 5. dakika ile tükrük 5. dakika arasında ($r= 0.52$) $p< 0.05$ orta derecede anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.



2.4. Ortalama Güç ve Peak Gücü ile Plazma ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması

Ortalama güç ile, tükrük 5. dakika ($r=0.354$) ve tükrük 15. dakika ($r=0.21$) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki

bulunamazken, ortalama güç ile plazma laktatı (5.dakika, $r=0.643$, $p<0.05$), (15. dakika, $r=0.638$, $p<0.05$) arasındaki ilişki anlamlı idi.

Benzer şekilde, peak güç değeri ile tükrük 5. dakika ($r=0.12$) ve tükrük 15. dakika ($r=0.12$) değerleri arasında anlamlı bir ilişki olmamasına karşılık, peak güç değeri ile, plazma 5. dakika ($r=0.641$, $p<0.05$), plazma 15. dakika ($r=0.65$, $p<0.05$) seviyesinde anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

3. 400 m. Koşu Protokol Sonuçları

3.1. 400 m. Koşu Sonuçları

Minimum 61 saniye, maximum 74 saniye koşu süreleri olan deneklerin ($n=14$), 400 m. koşusunda, ortalama koşu süreleri 66.5 ± 3.46 saniye olmuştur.

3.2. 400 metre, Plazma Laktat Sonuçları

400 m. koşu testinde; plazma bazal 29.55 ± 6.77 mg/dl, yüklenmenin 5. dakikasında 116.91 ± 15.49 mg/dl, yüklenmenin 15. dakikasında 106.2 ± 21.19 mg/dl değerleri bulunmuştur.

Bu testte, plazma laktat değerleri, bazalden 5. dakikaya ($p<0.01$), bazalden 15. dakikaya ($p<0.01$ artış göstermiş, 5. dan 15. dakikaya ($p<0.03$) doğru anlamlı bir azalma görülmüştür.

	<u>N=14</u>	<u>Bazal</u>	<u>5.dak.</u>	<u>15.dak.</u>
PLAZMA				
400 m.		29.51 ± 6.79	116.95 ± 15.44	105.94 ± 20.85
Wingate		26.9 ± 5.12	113.46 ± 19.79	93.8 ± 21.47

3.3. 400 metre, Tükrük Laktatı Sonuçları

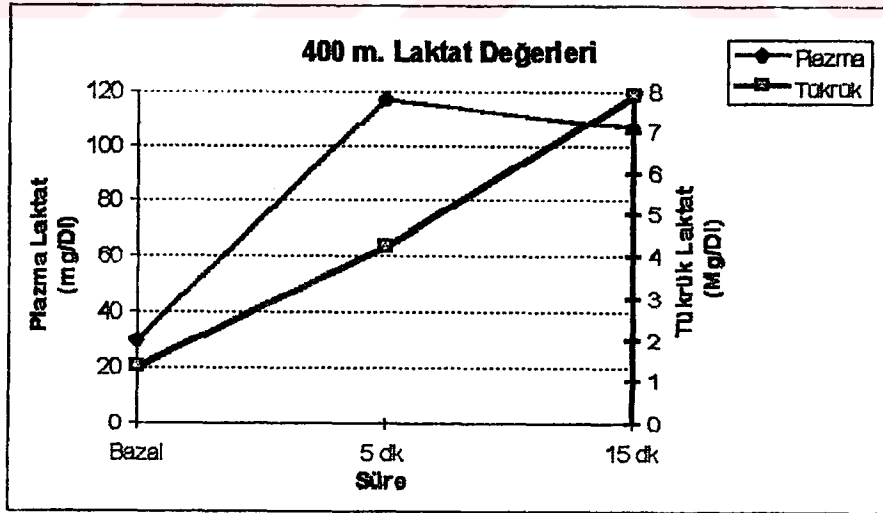
Tükrük laktatı sonuçlarında ise; bazalde 1.33 ± 0.75 mg/dl, yüklenmenin 5. dakikasında 4.25 ± 3.90 , yüklenmenin 15. dakikasında 7.91 ± 4.60 mg/dl değerleri bulunmuştur.

Tükrük laktatı değerleri, bazalden 5. dakikaya ($p < 0.05$), bazalden 15. dakikaya ($p < 0.01$) ve 5. dakikadan 15. dakikaya ($p < 0.01$) anlamlı olarak artış göstermiştir.

	n=14	Bazal	5. dak.	15. dak.
TÜKRÜK Wingate		0.85 ± 0.68	1.98 ± 1.51	3.98 ± 3.08
400 m.		1.33 ± 0.74	4.25 ± 3.91	7.90 ± 4.61

3.4. 400 m. Koşu Testinde, Plazma - Tükrük Karşılaştırılması

400 m. koşu testinde, plazma bazal ile tükrük bazal ($r=0.35$), plazma 5. dakika ile tükrük 5. dakika ($r=0.012$), plazma 15. dakika ile tükrük 15. dakika ($r=0.14$) arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



3.5. 400 m. Koşu Sonuçları ile Plazma ve Tükrük Laktat Değerlerinin İlişkisi

Deneklerin, 400 m. koşu sonuçları ile, 5. ve 15. tükrük laktat değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır ($r=0.091$, $r=0.021$), bunun yanında, plazma laktatları ile anlamlı ilişkiye rastlanmıştır (5. dakikada $r=0.635$, $p<0.05$; 15. dakikada $r=0.559$, $p<0.05$).



TARTIŞMA

Antrenman biliminde, antrenmanların yönlendirilmesi ve sporcuların performans düzeylerinin saptanması ve gelişimlerinin izlenmesi önemli bir yer teşkil etmektedir. Bunun için, sporcuların, anaerobik eşik değerini tayin etmek yol gösterici olmaktadır. Anaerobik eşik ya da laktat eşiği; artan şiddette egzersiz esnasında, kan laktat birikiminin, dinlenme seviyesinin üzerinde birikmeye başladığı nokta olarak tanımlanır. Anaerobik eşik tayininde, uzun yıllardır yerleşmiş ve güvenilir bir yöntem olarak kan örneklerinden yararlanılır. Ancak bazı araştırmacılar, anaerobik eşğin biyokimyasal yorumunun kesin olmadığını bu nedenle VAT'ın, max.VO₂ ile direkt ilişkisinin olmasından dolayı, egzersizde anaerobik eşik tayini için kullanılmasının daha uygun olacağını savunmaktadırlar.

Yinede, en çok kullanılan , kan laktat ölçümü ile anaerobik eşik tayini, oturmuş ve güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntem her ne kadar güvenilir olsa da , travmatik bir girişim olması, sporcuda stres yaratabilmesi, girişimin her sporcu tarafından kolayca kabul görmemesi, örneklemenin steril koşulları gerektirmesi, ekonomik olmayışı, girişim için özel eğitilmiş bir kişinin gerekliliği, zaman kaybettirici olması, işlemin zorluklarındandır (4). Bununla beraber taşınabilir ölçüm cihazlarıyla bu yöntemin saha sporlarında da uygulanabilirliği gittikçe artmıştır (1,2,5).

Kan laktatına alternatif, daha kolay yöntemlerin arayışı, toplanması kolay olan tükürükteki laktat ölçümünü akla getirmektedir. Tükürük kişinin biyokimyasal, metabolik ve fonksiyonel durumu hakkında bilgi vermesi bakımından güvenilir bir araçtır. Tükürükten alınan örnekte, laktat konsantrasyonunda değişikliklere neden olabilecek kan hücrelerinin bulunmamasından dolayı, örnekler toplandıktan sonra, tükürükteki hücre ve diğer solid yapıların sıvı kısımdan ayrılması, alınan örnekteki laktat düzeyi, bu işlemden 40 gün sonrasına kadar pratik olarak sabit kabul edilir (4,5). Tükük laktat konsantrasyonu, plazmaya göre birkaç kat daha düşüktür, bu değer kulak memesinden alınan değere göre % 15 düşük olarak tespit

edilmiştir. Bununla beraber yüklenmede iş yükünün artmasıyla laktat düzeyindeki artış oranı plazma ile paralellik gösterir, eş zamanda alınan plazma ve tükürük laktat konsantrasyonları arasında iyi bir korrelasyon görülmektedir (4).

Ohkuwa T. ve arkadaşları 9 sprintere bir hafta ara ile iki kere 400 metre koşu testi ve 3000 metre koşu testi uyguladılar, onlar çalışmalarını sonucunda, 3000 metre koşusunda kan ve tükürük laktatı arasında bir ilişki bulamadılar. Çünkü egzersizin şiddeti ve süresi kan ve tükürük laktatını etkilemektedir. Aerobik ortamdaki bir koşu esnasında, laktat üretimi kalp, iskelet kası, karaciğer ve tükürük bezleri tarafından egzersiz esnasında elemine edilmektedir. Kan ve tükürük laktatı, 400 metre koşu sonrasında daha yüksek çıkması, koşucuların ortalama hızlarının yüksek olmasına ve laktik anaerobik kapasitelerini daha fazla kullanması ile ilgilidir. Ayrıca sprinterlerde hızlı kasılan kas liflerinin fazla olmasıyla da ilgilidir, çünkü bu lifler kan laktat düzeyi ile daha yakın ilişki gösterirler ve ağır egzersiz sonrasında glikojeni daha fazla tüketirler, dolayısıyla laktat birikimi daha fazladır(3).

Segura R. ve arkadaşları ergobisiklette, üçer dakika aralar ile 9 denek üzerinde, 25 wat'tan 300 wat'a kadar yaptıkları yüklenmeler sonucunda, benzer şekilde sonuçlar buldular (4).

Bu konuda yalnızca iki çalışma yapılmış olması ve bize göre yetersiz kalmaları, bizi bu konuda çalışmaya yönelten neden olmuştur. Her iki grup araştırmacı, çalışmalarını sonucunda, tükürük laktat konsantrasyonunun anaerobik egzersizde sporcuların yüksek laktat üretimini göstermesi açısından güvenilir bir gösterge olduğunu ileri sürmektedirler.

Biz, çalışmamızda deneklerimizi anaerobik laktasit ortama sokmak için iki yüklenme protokolü uyguladık, her iki yüklenme protokolünde tükürük ve plazma laktat düzeylerini ölçtük. Wingate, plazma laktat sonuçlarını; bazalde 26.56 ± 5.32 mg/dl, 5. dakikada 112.33 ± 20.32 mg/dl, 15. dakikada

da ise 91.79 ± 20.38 mg/dl olarak bulduk. Wingate, tükürük laktat sonuçlarını ise; bazalde 0.88 ± 0.67 mg/dl, 5. dakikada 1.97 ± 1.51 mg/dl, 15. dakikada 3.91 ± 3.01 mg/dl olarak bulduk. 400 metre koşu testinde; plazma bazalde 29.55 ± 6.77 mg/dl, 5. dakikada 116.91 ± 15.49 mg/dl, 15. dakikada 106.2 ± 21.19 mg/dl olarak tespit ettik. Ohkuwa ve arkadaşları yaptıkları benzer çalışmada, 400 metre plazma laktat zirve noktasını 5. dakikada 17.26 ± 1.9 mMol/l, tükürük laktat zirve noktasını 10-15. dakikada, 1.58 ± 0.38 mMol/l olarak bulmuşlardır (3,4). Biz de çalışmamızda plazma laktat zirve noktasını aynı şekilde 5.dakikada, 116.91 ± 15.49 mg/dl (12.9 mMol), tükürük laktat zirve noktasını 15. dakikada 7.91 ± 4.60 mg/dl (0.88 m Mol) olarak bulduk. Yüklenmeler sonrası deneklerimizin plazma laktatları, 5. dakikada, bazal değerlerine göre önemli ölçüde artışlar gösterdi. Anaerobik yüklenmeler sonrası 15. dakikadaki artışların, yine bazal değerlere göre önemli ölçüde yüksek saptanmasına rağmen, 15.dakikada plazma laktat düzeyinin 5. dakikaya göre düştüğü ve bu aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiş olması bireylerin toparlanma döneminde olduğunu göstermektedir. Plazma laktat sonuçlarımız deneklerimizde etkin bir anaerobik yüklenme yaptığımızı göstermektedir.

Yaptığımız yüklenmelerde, kan alınmasına eş zamanlı olarak aldığımız tükürük numunelerinden, yaptığımız laktat ölçümü sonucunda, bazale göre 5. ve 15 . dakikalarda anlamlı artışlar bulduk. Fakat tükürük laktatında, kan laktatına ters olarak 15. dakikada, 5. dakikaya göre anlamlı yükselme saptadık. Bu durum bize tükürük laktatının zirve noktasının kandan daha sonra görüldüğünü göstermesi bakımından önemli idi.

Tükürük laktatının yüklenmelerle artmasından ziyade, kan laktatı gibi, anaerobik eşik değer hakkında fikir verebilmesi için, kan laktatı ile arasında ilişki olması gereklidir (1,2). Bunu saptamak için kan ve tükürük laktatı arasında ilişkilerin analizini yaptığımızda, bunların Wingate protokolu 5. dakika kan ve tükürük değerlerinde görülen anlamlılık haricinde ($r=0.528$, $p<0.05$), her iki protokolde de bazal, 5. dakika, 15. dakikada anlamlı

olmadığını gördük. Yine her iki protokolde zirve değerleri arasındaki (kan için 5. dakika, tükürük için 15. dakika) ilişkide istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Tükürük laktatını anaerobik eşik değer göstergesi olarak kullanılabileceğini ileri süren, diğer iki çalışma (3,4) bizim bulgularımıza ters olarak, kan ve tükürük laktatları arasında anlamlı ilişki olduğunu ifade etmekte ve bu parametrenin anaerobik eşik değer göstergesi olarak kullanılabileceğini iddia etmektedirler. Fakat bizim çalışmamızın daha geniş bir toplulukta yapılmasının yanı sıra, aynı kişilere 48 saat ara ile iki ayrı anaerobik yüklenme yapılması, sonuçlarımızın daha güvenilir olduğu fikrini uyandırmaktadır.

Sonuç olarak, tükürük laktatı ile plazma laktatı anaerobik yüklenmelerde artış göstermelerine karşın, aralarında doğrusal bir ilişki bulunmamasından dolayı, tükürük laktat düzeyini kullanarak kan laktat düzeyine yaklaşım yapmak, bizim bulgularımıza göre, şüphelidir.

KAYNAKLAR

- 1-Astrand PO, Rodahl K: Textbook of Work Physiology, Physiological Bases of Exercise, McGraw-Hill Company, Third edition, 1986.
- 2- Bishop PA, Smith JF, Kime JC, Mayo JM, Tin YH: Comparison of a manual and an automated enzymatic technique for determining blood lactate concentrations. *Int. J. Sports Med.*, 13(1):36-39, 1991.
- 3-Ohkuwa T, Itoh H, Yamazaki Y, Sato Y: Salivary and blood lactate after supramaximal exercise in sprinters and long-distance runners. *Scand. J. Sci. Sports*, 5:285-290, 1995.
- 4-Segura R, Javierre C, Ventura JL, Lizarraga MA, Campos B, Gorrido E :A new approach to the assessment of anaerobic metabolism ; measurement of laktate in saliva.
- 5-Oroc C.J., Hungson RL., Green HJ., Thomsdn JA; Blood lactate responses in increamental exercise as predictors of constant load performance. *Eur. J.Appl. Physiol.* 59:262-267, 1989
- 6-Monod H., Flandrois R: *Physiologie du Sport, Bases physiologiques des activites physiques et sportives*, 3.Edition. Mason,1994
- 7-Jack H.Wilmore PhD-David L.Costil, PhD: *Physiology of Sport and Exercise*, 1994
- 8-Brook G.A., Brauner., K.E & Cassens R.G (1973). Glycogen synthesis and metabolism of lactic acid after exercise. *American Jurnal of physiology*, 224.1162-1166.
- 9-Ferre J., Leroux P.H., *Preparation aux Brevets d'Etat d'Educateur Sportif. Tome 1.* 1996.

10-Guyton A., Hall J.E., Medical Physiology, 9. Edition, W.B. Saunders Company.

11-Kom V., PAAVO, Strength and Power in Sport: Billeter R., Hoppeler H. "Muscular Basis of Strength", Volum III of the encyclopaedia of Sports medicine Anloc Meddical Commission Publication in Collaboration With the International Federation

12-Costil, D.L. & Fox. E. L(1969). Energetics of Marathon Running. Medecine and Science in Sports.

13- Reginald L. Washington M. D., Anaerobic Threshold in Children, 1989, Pediatric Exercise Science, 1(3), pp.244-256.

14-Ganon W.F: Review of Mediceal Physiology. 12 th Edition-Lang Medical Publications, Los Altos, California (1985).

15-Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji, Noyan A., 8. Baskı, Ocak 1993 Ankara.

16-Akgün N., Egzersiz Fizyolojisi, 4. Baskı, T.C. Başbakanlık, Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü Yayını N: 113, 1992.

17- Memento de l'Eduteur Sportif (2. Degre), Coordonne par Albertini P., Realisation du Service de Documatation de L'I.N.S.E.P.1986.

18-Katz A & Sahlin. K., (1990). Rol of oxigen in regulation of glycolysis and lactate production in human skeletal muscle.

19-Davis, J.A.(1985). Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research, Medicine and Science in Sports and Exercise.17.6-18

20- Harichaux P., Risbourg B., Freville M., Mauigourd Y: Ancylopedie l'enfant et le sport, Tome 1. 1986 Paris.

- 21-Astrand, P.O. (1991). Influence of Scandinavian scientists in exercise physiology. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 1, 3-9..
- 22-Wasserman K., Beaver W L., Davis J. A., Pu J.,Heber D., Wipp B.J. Lactate/pyruvate ratio during exercise and recovery. J Appy Physiol 1985;59;935-40.
- 23-Cometti G., Petit G., Micel P. Brevet d'Etat d'Educateur Sportif. 1. Et 2. Degre: Vigot, 23, rue de l'ecole medecine-75006. Paris 1991.
- 24-Thayson J.H., Thon N.A.,Schwartz I.L., Excretion of sodium, potasium, chloroid and carbondioxide in human parotid saliva. Am J Physiol 1954;178:155-9
- 25-Muratlı S., Yüksek Lisans Ders Notları. Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu. 1996.
- 26- Kara M.,Gökbel H., Anaerobik eşik ve önemi. Spor Hekimliği Dergisi, Cilt: 29, S.161-175, 1994.
- 27-Edington, D.W.,& Edgerton, W.R (1976). The Biology of Physsical activity. Boston: Houghton Mifflin.
- 28-Turpın B., Preparation et entrainement du footballeur.,Edition Amphora S.A.,1990.
- 29-Harrison, M.H. Effects of thermal stress and exercise on blood volume in humens.Physiol.Rev. 65:149, 1985.
- 30-MacDougall J.D.,Wenger H.A., Green H.J.: Physiological Testing of the Elite Athlete, Canada 1982, s:65-66.
- 31-Özer K., Antropometri, Sporda Morfolojik Planlama. İstanbul 1993.

T.C. YÜKSEK ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BAKANLIĞI
DOKÜMANTASYON MERKEZİ