

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜZÜCÜLERDE FARKLI KAPSAM VE ŞİDDETLERDE
UYGULANAN İNSPİRATUAR KAS EGZERSİZİNİN KAN
LAKTAT DÜZEYİNE AKUT ETKİSİ**

Maan Hasan Mahmood MAHMOOD

DOKTORA TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Hamdi PEPE

KONYA – 2021

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR VE SİMGELER.....	iii
ÖZET.....	iv
SUMMARY	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Solunum Sistemi	3
1.1.1. Solunum Sistemi Mekanığı	4
1.1.2. Solunum Sistemi Organları	5
1.1.3. Solunum Kasları.....	5
1.1.4. Solunum Kas Kuvveti	6
1.1.5. Solunum Sistemi ve Egzersiz.....	8
1.1.6. Solunum Kası Egzersizi	10
1.1.7. Solunum Sistemi ve Yüzme	11
1.2. Enerji Sistemleri	11
1.2.1. ATP-CP Sistem	12
1.2.2. Laktik Asit Enerji Sistemi (Anaerobik Sistem)	13
1.2.3. Aerobik Enerji Sistemi.....	14
1.2.4. Yüzme ve Enerji Sistemi.....	15
1.3. Laktik Asit	16
1.3.1. Laktik Asidin Oluşumu	17
1.3.2. Laktik Asidin Etkileri.....	17
1.3.3. Laktik Asidin Geri Dönüşümü ve Vücuttan Atılması.....	17
1.3.4. Laktik Asit Testinin Avantajları	18
1.3.5. Anaerobik Eşik.....	18
1.3.6. Anaerobik Eşiğin Belirlenmesi	19
1.4. Yüzme Fizyolojisi.....	19
1.4.1. Yüzme Sporunun Faydaları	20
2. GEREÇ VE YÖNTEM	21
2.1. Araştırma Dizaynı ve Denekler	21
2.2. İspiratuar Kas Antrenman Prosedürü ve MIP Ölçümü.....	22
2.2.1. Kapsamın ve Şiddetin Artırımı	23
2.3. Laktat Ölçümü	23
2.4. İstatistiksel Analiz	24
3. BULGULAR	25
4. TARTIŞMA	31

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
6. KAYNAKLAR	38
7. EKLER.....	44
Ek1. Turnitin Raporu	44



KISALTMALAR VE SİMGELER

KOAH:	Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
MEP:	Maksimal inspiratuar basınç
MIP:	Maksimal inspiratuar basınç
CO ₂ :	Karbondioksit
O ₂ :	Oksijen
ATP:	Adenozin trifosfat
CP:	Kreatinfosfat
H ₂ O:	Su
AE:	Anaerobik eşik
LE:	Laktat eşiği
OBLA:	Kan laktatı birikim başlangıcı
OPLA:	Plazma laktat brikimi başlangıcı
MLSS:	Maksimal laktat sabitlik durumu
VO ₂ :	Maksimal oksijen alımı

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yüzücülerde Farklı Kapsam ve Şiddetlerde Uygulanan İspiratuar Kas Egzersizinin Kan Laktat Düzeyine Akut Etkisi

Maan Hasan Mahmood MAHMOOD

**Beden Eğitim ve Spor Anabilim Dalı
DOKTORA TEZİ / KONYA-2021**

Bu araştırmada; yüzücülerde farklı kapsam ve şiddette uygulanan ispiratuar kas egzersizinin kan laktat düzeyine akut etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya toplamda 15 sağlıklı erkek yüzücü (22.00 ± 0.52 yaş, 176 ± 3.17 boy, 70.25 ± 6.42 vücut ağırlığı) katılmıştır. Çalışmaya katılım kriteri olarak en az 5 yıllık yüzme sporu geçmişine sahip olmak olarak belirlenmiştir. Çalışmaya katılan deneklere yapılan maksimal ispiratuar basınç (MIP) ölçümlerinin ardından kapsama yönelik 2x30 nefesten oluşan ispiratuar kas egzersizi 1, 2 ve 3 kez tekrar edilmiştir. İspiratuar kas egzersizinin şiddet artımında ise deneklere MIP değerlerinin %40-60-80 ve 100 şiddetinde egzersizler yaptırılmıştır. Her egzersiz akabinde kan laktat ölçümü yapıp değerler kaydedilmiştir. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Değerlerin normallik sınaması için Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Uygulamalar arasında oluşan farkın analizi için Repeated Measures One Way ANOVA ve LSD testleri yapılmıştır. Ayrıca uygulamalardaki laktat miktarı ve MIP değeri arasındaki ilişkilerin incelenmesi için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Değerler ortalama, standart sapma, standart hata, partial ETA, %95 güven aralığı şeklinde sunulmuş ve 0.05 anlamlılık düzeyinde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 180 nefes kapsamına sahip uygulamanın diğer kapsam uygulamalarından (baseline, 30 nefes ve 60 nefes) anlamlı ölçüde laktat değerini arttırdığı ($p < 0.05$) tespit edilmiştir. Ayrıca %60-80 ve 100 şiddet seviyelerinin de laktat konsantrasyonunu anlamlı ölçüde, diğer şiddet uygulamalarına göre (baseline ve %40), arttırdığı belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bunların yanı sıra kapsam ve şiddet uygulamalarına göre değişen laktat değerleri ile MIP değerleri arasında da anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Sonuç olarak 180 nefeslik ispiratuar kas egzersizi kapsamının ve %60 ve üzerinde maksimal ispiratuar basınç şiddetinin kan laktatını arttırabildiği söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: İspiratuar egzersiz, kan laktatı, solunum, yüzme

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Acute Effects of Inspiratory Muscle Exercise with Different Volume and Intensity on Blood Lactate in Swimmers

Maan Hasan Mahmood MAHMOOD

**Department of Physical Education and Sport
PhD THESIS / KONYA-2021**

In this study; the acute effect of inspiratory muscle exercise performed in different volume and intensity on blood lactate levels in swimmers was investigated. For this purpose, a total of 15 healthy male swimmers (22.00 ± 0.52 years, 176 ± 3.17 height, and 70.25 ± 6.42 weight) participated in the study. Having at least 5 years of swimming sports background was determined as a criterion for participation in the study. After the maximal inspiratory pressure (MIP) measurements carried out the subjects, the inspiratory muscle exercise consisting of 2x30 breaths for volume exercise was repeated 1, 2 and 3 times. In increasing the intensity of inspiratory muscle exercise, the subjects were exercised with 40-60-80 % and 100 % intensity of MIP values. After each exercise, blood lactate measurement was taken and values were recorded. SPSS 22.0 program was used in the analysis of the data. Shapiro-Wilk test was used for normality test. Repeated Measures One Way ANOVA and LSD tests were performed to analyze the difference between interventions. In addition, Pearson correlation analysis was performed to examine the relationships between lactate amount and MIP value. Values were presented as mean, standard deviation, standard error, partial ETA, 95% confidence interval and were examined at 0.05 significance level. According to the results, it was determined that the intervention with 180 breath volume significantly increased the lactate value ($p < 0.05$) from other volume intervention (baseline, 30 breaths and 60 breaths). It was also determined that 60-80 % and 100 % intensity levels significantly increased lactate concentration compared to other intensity interventions (baseline and 40%) ($p < 0.05$). In addition to these, significant correlations were found between lactate values and MIP values, which vary according to volume and intensity interventions ($p < 0.05$). As a result, it can be said that the volume of 180 breaths of inspiratory muscle exercise and maximal inspiratory pressure intensity on 60% and above can increase blood lactate.

Keywords: Inspiratory exercise, blood lactate, respiratory, swimming

1. GİRİŞ

Sporda belirlenmiş amaçlara ulaşmanın en önemli yöntemlerden birisi, uygulamada bulunulan; bireye ve spor dalına özgü düzenlenen antrenmanların yanı sıra bilimsel alanlarda da çalışmaların yapılması ve sporcu gelişim ve performansının gözlemlenmesidir. Son yıllarda bilimsel anlamda sportif uygulamalar her alanıyla ele alınmaktadır. Bu şekilde performansa etki ortaya koyan fiziksel ve psikolojik etmenler ortaya çıkarılmakta ve incelenmektedir. Yapılan inceleme ve çalışmalardan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak koçlar ve antrenörler ilgilendiği sporcu ya da sporcu gruplarının gelişimlerini takip edebilmektedirler. Buna ilaveten bu bilgiler doğrultusunda müsabakalardaki seçim için ve başarılı performans ortaya koyabilmek için bu husus önem arz etmektedir (Özdal, 2012).

Fiziksel performans için kas kuvvetinin çok önemli bir işlevi mevcuttur. Bun a ek olarak solunum sistemindeki gelişmiş kapasitenin fiziksel performans için önem arz ettiği bilinen bir gerçektir. Bu farkındalık ile birlikte solunum kaslarının kuvvet seviyesinin egzersizde önemli etkilerinin olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Fiziksel performans açısından solunum kaslarını sahip olduğu kuvvet değerlerini doğrudan ölçmek neredeyse imkansız bir durumdur. Bundan dolayıdır ki kas kuvveti basınçölçer veya spirometre ile ölçülmektedir (McConnell, 2011; Hautmann ve ark., 2000; Volianitis ve ark., 2001).

İnsan organizması fiziksel aktivitelere yapısal ve fonksiyonel olarak üst düzey bir adaptasyon kapasitesine sahiptir. Sahip olunan adaptasyonun bir takım branşa veya kişiye özel spesifik çalışmalarla geliştirilmesi antrenman biliminin önemini ortaya koymaktadır. Sporun bilimsel olarak ele alındığı yerlerde uygulanan antrenman süreçleri ve modelleri birden fazla perspektife sahip olan araştırmalara, gözlemlere ve çalışmalara konu olmuştur. Bu şekilde sporcuların performans düzeylerinin artmasında bilimsel tabanlı önemli etiler ortaya çıkmıştır (Sevim, 1997). Her birey eşsizdir ve farklı organizmaya sahiptir. Sahip olunan organizmada en yüksek performans verimliliği elde edebilmek için organizmanın mevcut kapasite sınırları ölçülerek belirlenmeli ve elde edilen sonuçlara göre gerekli yüklenme programları hazırlanmalıdır. Dünya genelinde insan organizmasının sınırlarını belirlemede yaygın olarak kullanılan seçenek laktat testi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu test sayesinde

egzersiz esnasında sporcunun laktik asit seviyesi takip edilerek mevcut kondisyon durumu ve dayanıklılık kapasitesi belirlenir (Özgür, 2008).

Laktik asit performansı belirleyen en önemli unsurlardan birisidir. Laktik asitin aşırı düzeyde birikmesi yorgunluğa neden olmaktadır (Astrand ve Rodahl 1986; Walsh ve ark., 1988). Laktik asitin artmasıyla birlikte anaerobik eşik kavramı ortaya çıkmıştır (Gassi ve Bankoff, 2010; Koike ve ark., 2001). Literatürde egzersiz sırasında arteriyel kan-laktat konsantrasyonunun sistematik olarak istirahat seviyesinin üzerine doğru artmaya başladığı nokta “anaerobik eşik” olarak tanımlanmıştır. İlave olarak, solunum ve akciğer gaz değişim parametrelerinin takibi ile anaerobik eşğin noninvaziv yöntemlerle belirlenebileceği gösterilmiştir (Wasserman ve McIlroy, 1964; Wasserman ve ark., 1973). Laktat testleri genellikle dayanıklılık performansının ölçülmesi için kullanılır ve egzersiz yoğunluğu ve dayanıklılık antrenmanlarına uyumun belirlenmesi için de tercih edilir (Grant ve ark., 2002).

Yoğunluğu giderek artan bir egzersiz esnasında ilk başlarda aerobik enerji metabolizması kullanılırken oksijenin yetersiz kaldığı durumlarda anaerobik enerji metabolizması devreye girer. Egzersiz esnasındaki bu artışa dayalı olarak da kan laktatı artış gösterir (Yıldız ve ark., 1998). Literatürdeki pek çok çalışmada dayanıklılık antrenmanlarının Max VO₂' nin gelişimine önemli bir katkısının olduğunu ve belirli bir noktadan sonra gelişimin meydana gelmediğini buna karşı anaerobik eşik noktasında yapılan antrenmanlar süresinde gelişmeler gözlemlenmiştir (Belman ve Gaesser, 1991; Smith ve O'Donnell, 1984; Yoshitake, 1990).

Egzersiz esnasında istenilen performansın gerçekleştirilmesi ventilasyondaki artışa bağlıdır. Bu artışlar doğrusal ve derin bir şekilde meydana gelmektedir. Mevcut solunum kapasitelerinde ortaya çıkan bir değişiklik performansı etkileyecektir. Buna ek olarak yapılan çalışmalarda solunum bozukluğu veya solunum engelleri olan kişilerin fiziksel aktivitelerdeki performansı olumsuz düzeyde etkilenmiştir. Bunun nedeni ise solunum kapasitesindeki direnç ve kuvvet yetersizliğidir (Wilmore ve Costill, 1994). Yapılan çalışmalarda anaerobik eşik düzeyinin de organizmaya sağlanan yetersiz oksijen ile azaldığı bildirilmektedir (Getchell, 1985). Yüksek şiddette yapılan egzersizlerde solunum yükü artmaktadır. Buna bağlı olarak soluk alıp verme kapasitesi etkilenip sporcunun yorulmasına neden olmaktadır. Genel olarak sporcularda görülen yorgunluk nedeni de bundan dolayıdır. Ortaya çıkan yorgunluk

organizmada bulunan total enerjinin yaklaşık olarak % 15 'inin yok olmasına neden olmaktadır (St Croix ve ark., 2000; Harms ve ark., 2000; Sheel ve ark., 2001; Lomax ve McConnell, 2003). Literatürde yapılan çalışmalarda solunum kaslarına yönelik yapılan düzenli solunum kası antrenmanlarının solunum kasları üzerine pozitif etkileri olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu antrenmanlarda elde edilen gelişimler; solunum kaslarında kuvvet artışı, yaklaşık 3 hafta gibi bir sürede solunum sıklığında azalma olacağı ve sporcunun performansının da olumlu düzeyde etkilenmesi olarak ortaya konabilir (Volianitis ve ark., 2001b; Romer ve ark., 2002; Lomax ve McConnell, 2009; Ekren; 2009). Elde edilen sonuçlar solunum parametrelerinin özellikle dayanıklılık çalışmalarında çok özel bir görev üstlendiğini göstermektedir. Solunum parametrelerinde sağlanabilecek olumlu değişimler dayanıklılık yetisinin pozitif yönde etkilenmesini sağlayabilecektir.

Literatürde son yıllarda solunum kası antrenmanı akut ve kronik açıdan solunum yolu merkezli hastalarda ve sporcularda sportif performansa fizyolojik etkileri açısından kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır (McConnell ve Lomax, 2006; Gigliotti ve ark., 2006; Romer ve ark., 2006; Mota ve ark., 2007; Johnson ve ark., 2007; Witt ve ark., 2007; Geddes ve ark., 2008; Tong ve ark., 2008; Chiappa ve ark., 2009; Tong ve ark., 2010; Kilding ve ark., 2010; Goosey-Tolfrey ve ark., 2010; Hill ve ark., 2010; Forbes ve ark., 2011; Illi ve ark., 2012; Brown ve ark., 2012; HajGhanbari ve ark., 2013; Mišic ve ark., 2013; Guy ve ark., 2014; Özdal, 2015). Solunum kası antrenmanları ile karşılaştırma yapıldığında solunum kası antrenmanın farklı şiddet ve kapsamlarda uygulanıp laktat düzeyine etkisinin araştırıldığı çalışmaların yetersiz kaldığı görülmektedir.

Bu bilgilerden hareketle çalışmamızın amacı farklı kapsam ve şiddetlerde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin aerobik ve anaerobik egzersizlerde önemli bir performans belirleyici olan kan laktat düzeyine akut etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda elde edilecek sonuçların spor ve antrenman literatürüne ve antrenman planlayıcılarının programlarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. Solunum Sistemi

İnsan vücudunda bulunan hücrelerin hemen hepsi oksijenli solunum sayesinde aldıkları besinlerden enerji üretebilmektedirler. Böyle bir enerji üretimi mekanizmasının çalışması için gerekli olan oksijenin karşılanması solunum sistemi

tarafından sağlanmaktadır. Dışarıdan sağlana oksijenin vücut içerisinde dolaşımı ve gerekli dokulara ulaştırılması ise dolaşım sistemi sayesinde olmaktadır (Yılmazer, 2001). Bu mekanizmanın bazı önemli görevleri vardır. Bu sayede; havada bulunan yabancı maddeler ayrıştırılır, solunum sayesinde giren çıkan hava ile ses meydana getirilebilir, kanın pH oranı düzenlenir, vücut ısısı sabit artış gösterir ve gerekli düzeyde kalır, kan ile dışarı ortam arasında gerekli kan alışverişi sağlanmış olur. Bahsedilen solunum olayları birde fazla fonksiyonla gerçekleştirilebilir. Bunlar; akciğerde bulunan hava kesecikleri ile olabilir, akciğerdeki kan alış sirkülasyonu sayesinde O₂ alınıp CO₂ dışarı atılması ve solunum regülasyonu (Aktümsek, 2001).

1.1.1. Solunum Sistemi Mekaniği

Nefes almamızı sağlayan akciğerler iki tipte genişleyip tekrar büzülebilmektedirler. Birincisi göğüs boşluğu dik olarak uzayıp kısılp solunum kası olan diyaframı aşağı ve yukarı hareket ettirir. Diğeri ise kaburga kemiklerinin yukarı ve aşağı doğru hareket etmesiyle göğüs boşluğunun enine doğru genişleyip daralmasıyla oluşmaktadır (Guyton ve Hall, 2013). Solunum sistemindeki en önemli ve başlıca görev dış ortamda bulunan gaz ile vücut sisteminde kontrolü sağlamaktır. Başka bir dille ifade edilecek olursa dışarıda bulunan oksijeni kana karıştırarak içeride üretilen karbondioksitin dışarı atılmasını sağlamaktır (Sönmez, 2002). Bu olaylara sağlamak için ise nefes alıp verme olarak adlandırılan inspirasyon ve ekspirasyon eylemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Nefes alırken göğüs kafesinde bulunan kaslar ve diyafram kasının aktif olarak kasılmaya katılmasıyla akciğerler içerisini hava girişi sağlanır. Nefes verirken ise pasif bir vaziyetle birlikte nefes almaya yardımcı olan kasların gevşemesi ile hava çıkışı sağlanmaktadır (Günay ve ark., 2013).

Alınan ve verilen hava ile filtreleme işlemlerinden sonra akciğerlere giden ve oradan kana karışan O₂ ile CO₂ değişimi yapılmaktadır. Havanın bu şekilde sistemli olarak akciğerlere girip çıkma şeklinde ventilasyon denilmektedir. Difüzyon işlemi ise solunan ve dolaşımda bulunan moleküllerin yüksek yoğunluktan düşük yoğunluğa geçmesi olarak tanımlanır. Bundan dolayı dışarıdan alınan O₂ miktarı venöz kanda bulunan O₂ miktarından fazla olduğu için akım doğrudan akciğerlerden kana doğru gerçekleşmektedir. Bunun tam tersi olarak da venöz kanda bulunan CO₂ miktarı akciğerlerdekinden fazla olduğu için kandan akciğerlere doğru bir akım gerçekleşir. Bu şekilde nefes verme işlemi yapılırken dışarıya atılımı gerçekleştirilir (Sönmez, 2002).

1.1.2. Solunum Sistemi Organları

Solunum sistemini oluşturan birçok yapı vardır. Bunlar; solunum yolları, ana organ olan akciğerler, mediastunum, zarımsı yapıda olan plevra ve solunuma yardımcı olan solunum kasları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlara ek olarak da solunum randımanlı bir şekilde çalışması için gerekli olan alıcı ve iletilici sinirler vardır (Bostancı, 2009; Demirel ve Koşar, 2002; Guyton ve Hall, 2013). Akciğerler içerisine girildiğinde solunumun gerçekleşmesini sağlayan hava kesecikleri bulunmaktadır. Bunlara alveoller denilmektedir. Göğüs kafesi bölgesinde bulunan ve diyafram kası ile birlikte plevra yapısı solunum ihtiyacının karşılanması için akciğerlerin genişleyip küçülmesine yardımcı olurlar. Normalde akciğerler pasif konumda bulunmaktadır. Akciğerlerin hareket etmesini sağlayan yapılar göğüs kafesi ile solunuma yardımcı olan solunum kaslarıdır (Demirel ve Koşar, 2002).

1.1.3. Solunum Kasları

Solunum sisteminde görev alan organlar yapısal olarak iskelet kasları ile benzerlik göstermelerine rağmen fonksiyonel olarak bir takım farklılıklar ortaya çıkmaktadır. İskelet kasları olarak adlandırılan çizgili kasların iskeletin hareket durumuna göre hareket yapma işlevi varken, solunum sistemindeki çizgili kasların oluşan dirence karşı koyma ve elastik yüke karşı koyma işlevi vardır (Eston ve Reilly, 2001). İskelet kaslarının diğer bir işlevi sadece hareket anında hareketin durumuna göre ritmik olarak kasılırken, solunum kasları insan hayatı devam ettiği süre boyunca ritmik olarak kasılmasını sürdürmektedir (Edwards ve Faulkner, 1995).

Solunum kaslarının hayati öneme sahip olduğu birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar; yüksek seviyede oksidatif kapasitesinin olması, kapiller yoğunluğun fazla olması ve yüksek seviyede kan akımının sağlanması olarak sıralanabilir (Decramer, 1999).

Solunum işlevsel olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Bunlar; abdominal ve torakal solunumdur. Torakal solunumda en etkin rol bulan kaslar m.intercostalis externi/interni kaslarıdır. Buna ek olarak m.transvers thoracic, m.sternocleidomasteideus, m.subcostalis, m.levator costarum, m.serratus posterior superior/inferior ve m.erector spina, m.pectoralis major/minor, m.scalen kaslarının da etkileri gözlenmektedir. Diğer bir solunum olan abdominal solunumda ise ana etkene

sahip kas m.diaphragma kasıdır. Bu iki solunum da aslında bir bütün içerisinde fakat farklı oranlarda etkililik gösterirler (Weineck, 2002).

Solunum kaslarının solunumu ortaya çıkarma işlemi mekanik açıdan incelendiğinde inspirasyon ve ekspirasyon kavramları ortaya çıkmaktadır. İspirasyon; doğrudan solunum kaslarının devreye girmesi ile gerçekleşen bir olaydır. Ekspirasyon ise göğüs çeperi ve akciğerlerin özel yapısı ile otomatik olarak gerçekleşen bir olaydır (Bartter ve ark., 2003; Guyton ve Hall, 2013). Göğüs kafesinin yukarı doğru hareketini sağlayan bütün kasları inspirasyon kasları denilmektedir. Bunun zıttı işlemi yapan kaslar da ekspirasyon kasları denilmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi inspirasyon işleminde en etkili ve en önemli kas diaphragma kasıdır. İspirasyon sırasında göğüs kafesinin yukarı hareketini sağlayan en önemli kas ise intercostales externi kasıdır (Guyton ve Hall, 2013).

1.1.4. Solunum Kas Kuvveti

Kuvvet fizyolojik açıdan genel olarak herhangi bir kas grubunun ortaya çıkan bir dirence karşı kuvvet uygulayabilme becerisi olarak ifade edilmiştir (Günay ve Yüce, 2001). Kuvvet üzerine yapılan çalışmalara göre; kuvvetin etkilendiği birden çok faktör saymak mümkün olmuştur. Bunlar; kuvvetin gelişim çizgisi, kaslardaki kasılma potansiyeli, bu kasılmanın süresi ve şiddeti, kuvvete yönelik uygulanan antrenman metotları ve bu metotların kalitesi ve içeriği, eklemlerin sahip olduğu aç genişliği ve gıda takviyesi gibi unsurlardır (Saicaors, 1987).

Solunum kaslarındaki kuvvet konusu ise daha spesifik bir yapıdadır. Bu kaslarda meydana gelen herhangi bir kuvvetsizlik durumu bireyler için bir hastalık belirtisini ortaya çıkarabilmektedir. Bu hastalıklar nöromusküler hastalıklar, astım, KOAH (kronik obstrüktif akciğer hastalığı) ve kistik fibrosiz olarak sıralanabilir (Santos ve ark., 2012). Solunum kaslarında sağlanacak muhtemel kuvvet artışı hem bahsi geçen hastalıkların oluşmasını engelleyecek hem de mevcut solunum kapasitesinin artmasına destek olacaktır (İnce, 2009). Fizyolojik açıdan iskelet kaslarına planlı bir şekilde yapılan yüklenmeler sayesinde kas çapında olumlu gelişmeler gözlenmektedir (Amonette ve Dupler, 2002). Buna benzer bir prosedürde de solunum kaslarında da düzenli yapılan çalışmalar sayesinde kuvvet ve dayanıklılık özelliklerinde gelişmeler sağlanabilir (Pardy ve ark., 1988).

Normal hayatta sürdürülen fiziksel aktivite ve egzersiz programlarında kuvvetin etkisi göz ardı edilememektedir. Aynı şekilde daha mikro açıdan bakıldığında solunum sisteminde etkin durumda olan kasların kuvvetli olması da egzersizlerin daha verimli yapılması açısından oldukça önemlidir. Bundan dolayıdır ki solunum kaslarının sahip olduğu kuvvet değerleri yapılacak olan egzersiz programları için göz önünde bulundurulması gereken önemli bir özelliktir. Bu kasların kuvvet değerlerini doğrudan ölçmek fizyolojik açıdan oldukça zordur. Bu ölçümü gerçekleştirmek için solunum kas kuvvetine yönelik özel olarak geliştirilmiş basınçölçer cihazları sayesinde ölçüm yapılabilmektedir. Bu ölçümden elde edilen veriler ise MIP (maksimal inspirasyon basıncı), MEP (maksimal ekspirasyon basıncı) değerleri olarak ortaya çıkmaktadır (McConnel, 2011).

Kaslara uygulanan aşırı şiddetli yüklenmeler sonrasında kasların kuvvet ve çabukluk üretebilme becerilerinde yavaşlama ve azalma görülür. Kasları istirahate çekildiklerinde ise tekrar kuvvet ve hız kazanabilme özelliğine sahiptirler. Bu durum kas yorgunluğu olarak ifade edilmektedir (Gail, 1990; Romer ve Polkey, 2008). Benzer şekilde solunum kaslarında da yorgunluk meydana gelmektedir. bu yorgunlukta alveolar ventilasyon azalır buna karşın CO₂ miktarı yükselir. Bu durumda aşırı yükselme meydana geldiğinde solunumsal faaliyetler tam olarak yerine getirilmemektedir (Roussos ve ark., 1980; Roussos ve ark., 1979).

Egzersizlerin şiddeti arttıkça solunum mekanizmasına binen yük de otomatik olarak artar. Bundan dolayı egzersiz esnasında solunum kaslarında yorgunluk oluşur ve buna bağlı olarak dokulara yeterli miktarda O₂ ulaştırılamaz. Bundan sonraki süreçte egzersizi yapan kişide yorgunluk belirtileri ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu yorgunluk eldeki enerjide yaklaşık olarak %15' lik bir kayba neden olur (St Croix ve ark., 2000; Harms ve ark., 2000; Shell ve ark., 2001; Lomax ve McConnel, 2003).

Solunum kası üzerine yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde uygulanan solunum kası antrenmanının solunum kaslarında önemli gelişmeler sağlandığı raporlanmıştır. Yapılan solunum kası çalışmaları sayesinde birkaç gün içinde güçlenme sağlanıp yaklaşık 4 haftalık gibi bir sürede de performansa dayalı verilerde gelişmeler elde edilmiştir (Volianitis ve ark., 2001; Romer ve ark., 2002; Lomax ve McConnel, 2009; Kilding ve ark., 2010). Solunum kası antrenmanının sadece performans kısmı değil farklı yöntemlerde de pozitif katkıları oldukça fazladır. Çeşitli

solunumsal rahatsızlıkları olan hastalarda rehabilite etkisiyle kullanılabilir. KOAH dünya genelinde bilinen ve sonucu genelde ölümlü sonuçlanan bir hastalıktır (Mannio ve Buist, 2007; Rabe ve ark., 2007). Bu hastalık kişinin ekspirasyon yapması sırasında hava akışının engellenmesi ile özdeşleşen bir hastalıktır. Bu hastalıkta ortaya çıkan solunum bozukluğu egzersiz üzerinde oldukça negatif bir etki ortaya çıkarmaktadır (O'Donnel ve ark., 2009). Bu hastalığa bağlı olarak da zayıf fiziksel aktivite karnesi, kaslarda koordinasyonda zayıflığın meydana gelmesi ve genel olarak egzersiz seviyesinde azalmaya bağlı olarak yaşam kalitesinde düşüşler meydana gelmektedir (Hamilton ve ark., 1995; Lacasse ve ark., 2007). Bu hastalık üzerine hastalığa karşı inspiratuar kas antrenmanları yaygın bir şekilde uygulanıp etki durumu incelenmektedir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında inspiratuar kas antrenmanı solunum kası fonksiyonlarında artış sağlayıp, dispne semptomlarını elimine etmekte ve egzersiz seviyesinde artışlar sağlamaktadır (Gosselink ve ark., 2011; Geddes ve ark., 2008).

1.1.5. Solunum Sistemi ve Egzersiz

Fiziksel aktivite sırasında organizmanın oksijen ihtiyacı arttığı zaman solunumda aşırı şekilde artış da meydana gelmektedir. Dolaşım ve solunum sisteminin önemi burada bir nebze daha artmaktadır. Ortaya çıkan oksijen ihtiyacının karşılanması, atık ürün olarak ortaya çıkan CO₂ in atılması ve vücut ısısının belirli bir seviyede tutulması için oldukça önem arz etmektedir (Özdal, 2015).

Dakikada yapılan solunum ventilasyonu aslında solunan oksijene miktarı ile değil vücutta üretilen CO₂ miktarı ile alakalıdır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında yetişkin bir erkekte solunum ventilasyonunun 35-45 veya 40-50 seviyelerine ulaşabileceği öne sürülmüştür (Ergen ve ark., 2007; McConnell, 2011). Üst seviyelerdeki elit sporcularda ise bu miktar 60 ve üzeri rakamlara ulaşabilmektedir (Ergen ve ark., 2007).

Sporcunun fiziksel aktivite esnasında kullandığı oksijen miktarı arttıkça buna paralel olarak dakika ventilasyonunda da artış meydana gelmektedir. Aktivitenin başlamasının hemen ardından hızlı bir şekilde artış meydana gelir. Bu artışı takiben belirli bir seviyede devam eden solunum volümü ortaya çıkar. Egzersiz aynı seviyede veya submaksimal bir seviyede devam ettirilirse steady state seviyesinde olmuş olur. Artışların sağlandığı yer olarak ise eklem reseptörlerinden alınan sinir uyarıları olarak

gösterilebilir (Özdal, 2015). Fiziksel aktivite esnasında özellikler sporcular çok fazla miktarda nefes alıp vermektedirler. Bu şekilde iskelet kaslarının sürekli hareket ettiği gibi solunum kasları da sürekli bir şekilde kasılıp gevşerler. Bu işlemin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için ise yeterli miktarda oksijene ihtiyaç vardır (Amonette ve Dupler, 2002). Egzersiz seviyesi yükseldikçe solunum kasları da dinlenmedeki durumlarına oranla daha fazla yük altında çalışırlar. Bundan dolayı solunumu sağlıklı bir şekilde sürdürebilmek için iyi bir seviyede metabolik desteğe ihtiyaç ortaya çıkmaktadır (Sheel, 2002).

Organizmada oluşan metabolik strese karşılık solunum kaslarında da bir tepki oluşmaktadır. Bunun temelinde kasların farklı antrenmanlara adaptasyon sağlaması vardır ve böylece kas fonksiyonlarında değişimler ortaya çıkar. Örnek verilecek olursa bir antrenmanda herhangi bir şekilde ağırlık kaldırdığımızda kas liflerinde büyüme meydana gelir ve kuvvette de bir artma olur. Aynı şekilde kasları daha uzun süreli bir egzersize karşı maruz bırakırsak kaslarda bulunan lifler kimyasal olarak değişime uğrar ve bu sefer de kaslarda dayanıklılık ortaya çıkmış olur. Kısacası antrenmanlar da iki başlıkta incelenebilir. Bunlar dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarıdır. Normal kaslara uygulanan metotlarda kuvvet ve dayanıklılığı geliştirmek için solunum kaslarına da yüklenmeler yapılabilmektedir. Burada kullanılan antrenman ekipmanları çeşitlilik göstermektedir. Vücudun diğer iskelet kaslarına dışarıdan uygulanan kuvvet ve dayanıklılık antrenmanlarında olduğu gibi solunum kaslarında da dışarıdan ağız içi direnç yoluyla antrenmanlar uygulanabilir. Dayanıklılık için solunum kaslarına kuvvete oranla biraz daha uzun süreli antrenman uygulanması gerekmektedir (McConnell, 2011). Solunum kaslarına yönelik yapılan çalışmalarda performans üzerine olumlu etkileri çokça ortaya çıkarılmıştır (Boutellier ve ark., 1992).

Solunum kaslarının sahip olduğu kuvvet ve dayanıklılık kapasiteleri egzersiz verimliliği ile paralel bir uzantıya sahiptir. Bunun nedeni olarak solunum kaslarında meydana gelen dayanıklılık ve kuvvet gelişimi sayesinde ortaya çıkan yorgunluğun gecikmesi ve dolayısıyla solunum kaslarının yeteri miktarda kanlanması ve oksijenlenmesi olarak söylenebilir. Bundan dolayı da solunum fonksiyonları daha düzgün bir seviyede olabilir (Gigliotti ve ark., 2006).

1.1.6. Solunum Kası Egzersizi

Antrenmanlar sırasında oluşan kas yorgunluğu, kasların yüksek seviyede iş yükü altında iken kuvvet ve hız üretimi yönünde zayıf düşmeleri ve yeterli dinlenme ve toparlanma ile bu özelliklerinin tekrar kazanılması olarak tanımlanabilmektedir (Gail, 1990; Romer ve Polkey, 2008). Aynı şekilde solunum kaslarındaki özellikle inspirasyon kaslarına ortaya çıkan yorgunluk ise solunum esnasında gerekli kasılmalar için lazım olan enerjinin yeterine sağlanamaması yüzünden ortaya çıkan verimsizlik olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemde yorgunluk meydana geldiğinde solunum ventilasyonunda azalma görülür ve kandaki CO₂ seviyesinde artış meydana gelir buna bağlı olarak da solunum kasların görevlerini tam olarak yerine getiremezler (Roussus ve ark., 1980; Roussos ve ark., 1979). Egzersiz seviyesi arttıkça solunum kaslarına binen yükte de artış meydana gelir. Bu da doğrudan performansı etkilerken solunum kaslarında yorgunluk oluşmasını ve akabinde ihtiyaç duyulan dokulara yeterli miktarda O₂' in gönderilememesine neden olur. Bundan dolayı sporcularda yorgunluk sinyalleri gözlenir. Solunum kaslarında meydana gelen yorgunlukta total performansın yaklaşık olarak %15 gibi bir kısmı etkilenmektedir (St Croix ve ark., 2000; Harms ve ark., 2000; Shell ve ark., 2001; Lomax ve McConnell, 2003). Bu tür yorgunlukların baskılanması ve kuvvet artışının sağlanması adına solunum kası egzersizlerinin solunum kasları üzerinde olumlu etkileri ortaya çıkarılmıştır. Sadece birkaç gün yapılan solunum kası egzersizinin solunum kaslarında güç artışı sağlayacağı, yaklaşık 1 aylık egzersiz sayesinde ise performansta ciddi artışlar gözlemlendiği ortaya konmuştur (Volianitis ve ark., 2001c; Romer ve ark., 2002a; Romer ve ark., 2002b; Lomax ve McConnell, 2009; Kilding ve ark., 2010).

Özellikle solunum kaslarına yönelik dizayn edilmiş antrenmanlar sayesinde yüzme branşında sergilenen performansta artma ve meydana gelen yorgunlukta azalma sağlanması hususunda dikkat edilmektedir. Elit seviyedeki sporcular üzerine yapılan araştırmada yüzme branşındaki sporcularda yaklaşık olarak %1 oranında pozitif etkisinin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Pyne ve ark., 2004).

Fiziksel aktivitede kuvvet özelliği vücudun bütün kasları için önemli bir parametredir. Solunum kaslarında da kuvvetin yeterli derecede olması solunum sisteminin ön plana çıktığı egzersizlerde çok önem arz etmektedir. Bundan dolayıdır ki solunum kası kuvvetine egzersiz açısından önem verilmelidir. Solunum kas kuvvetinin direkt olarak ölçülmesi imkansızdır. Bunun için ağız içinden oluşturulan

hava basıncının gerekli ekipmanlar yardımıyla ölçülmesi sonucu elde edilmektedir. Bu ölçümler sonucunda ise kuvvet değerleri olarak maksimal inspirasyon (MIP) ve maksimal ekspirasyon (MEP) basınçları elde edilmektedir (McConneli 2011).

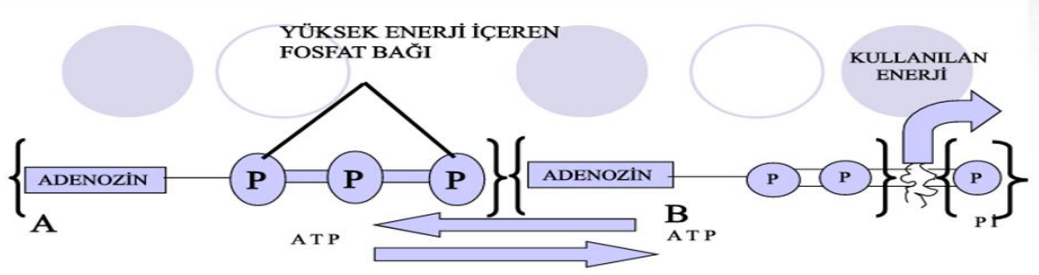
1.1.7. Solunum Sistemi ve Yüzme

Branş olarak yüzme sporu ile ilgilenen kişilerde su içerisinde oldukları zaman su göğüs bölgesinde basınç oluşturmaktadır. Bundan dolayıdır solunum kaslarına binen yük normalde daha fazla olmaya başlamıştır. Solunum kaslarına binen yükün hafiflemesi için ve düzgün bir solunum sağlayabilmek için su içerisindeki kulaçların bilinçli bir şekilde atılması gerekmektedir. Kulaç esnasında nefes verme işlemi de su içerisinde doğru yapılmaktadır. Bu aşamada da basınca karşı direnç oluşmaktadır. Buna karşı nefes alma işlemi ise vermeye oranla daha kısa olmaktadır (Akgün, 1993).

1.2. Enerji Sistemleri

Enerji literatürde bir işi gerçekleştirebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. İnsan organizmasının besinler yoluyla dışarıdan temin ettiği veya daha önceden temin edilen besinlerin depo halinde bulunanlar bir takım kimyasal reaksiyonlar sayesinde mekanik bir enerji türüne dönüştürerek iş yapabilme kapasitesi ortaya çıkarabilmektedir (Ergen ve ark., 2002). Vücudumuza alınan ve enerji kaynağı olarak depo edilen besin oksijen sayesinde karbondioksit, su ve kimyasal enerjiye dönüşebilmekte ve dönüşen bu enerji ile bütün işleri yapmak yeterli olamayabilir. Çünkü bu ortaya çıkan enerji sadece iş yapmak için değil ayrıca enerji sayesinde iş yapabilmek için gerekli olan ATP üretimi için de kullanılmaktadır (Fox, 2012). ATP'nin yenilenmesi ve üretilmesi için iç farklı kimyasal tepkime oluşmalıdır. Bu tepkimelerden ikisinde oksijen gereksinimi olmaz diğesinde ise oksijen kullanımı gerekebilir (Maglischo, 2003).

ATP resentezi için birden fazla metabolik işlem meydana gelmektedir. Bahsi geçen ATP günlük yaşantımızda hayata idamesi, egzersiz ve gerekli bedensel işlerde devamlılığın sağlanması için hayati öneme sahiptir. Kas hücrelerinde bulunan ATP belirli bir sınır içerisinde varlığını göstermektedir. Hali hazırda bir fiziksel aktivitenin devamlılığı ve uzun süre sürdürülebilirliği için depolu olan bu enerji devamlı bir şekilde yenilenmelidir (Günay ve Cicioğlu, 2001).



Şekil 1.1. ATP' nin basit yapısı

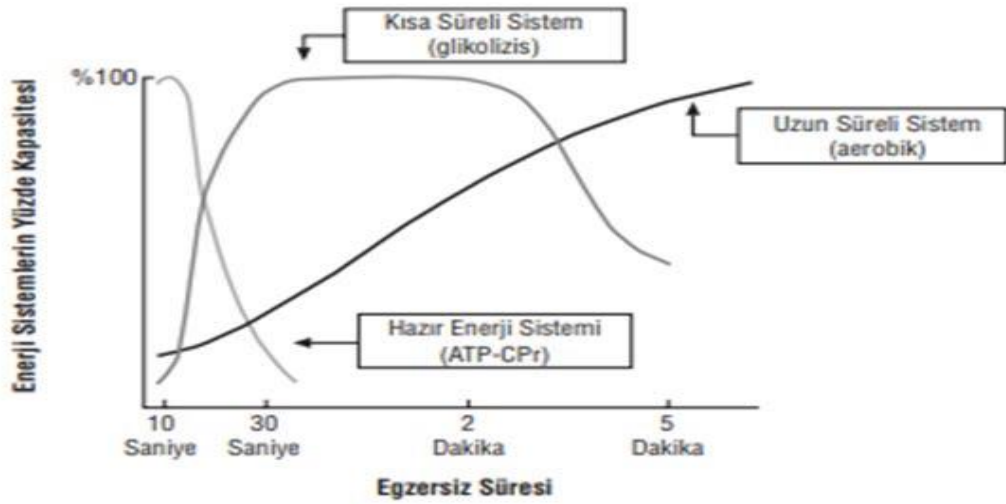
Yukarıda bahsedilen enerji sistemleri farklı isimlerle de anılabilmektedir. Bu yapılar; anaerobik sistem ve aerobik sistem olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Anaerobik sistem içerisinde tepkimelerin çok hızlı geliştiği bölüm ATP-CP sistem yani fosfojen sistem olarak adlandırılır. Bu sistem içerisindeki ikinci bölüm ise laktik sistem yani anaerobik glikoliz olarak adlandırılmaktadır. Aerobik sistem içerisinde ise aerobik glikoliz olarak adlandırılan tek bir sistem vardır. Burada oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Bahsedilen bu sistemler ATP enerjisini gereksinim doğrultusunda yenileyebilmektedir (Maglischo, 1993).

1.2.1. ATP-CP Sistem

Aynı zamanda alaktik anaerobik sistem olarak da adlandırılır ATP-CP sistem yüksek yoğunluk, hız ve patlayıcı kuvvet gerektiren egzersizlerde birincil ve en önemli olan enerji sistemidir. Ortalama olarak 8-10 saniye içerisinde meydana gelen fiziksel aktivitelerde aktif olmaktadır. Vücudun oksijen sisteminin ihtiyaç duyulduğu oranda enerjiyi metabolizmaya sağlayamadığı egzersizlerde kasların enerji ihtiyacını karşılamak için aktif rol almaktadır. Kısa süreli yoğun egzersizlerde kaslarda atık ürün olarak laktik asit birikir bundan dolayı da pH dengesi asidoza kayar. Ortaya çıkan bu asitlik durum vücutta yorgunluk oluşturmaktadır bu durumda egzersizi yapan kişi de aktiviteyi aynı seviyede devam ettiremez (Ardıç, 2014). Bu sistemde enerji üretimi için kullanılan tek kaynak kaslarda depolu olan glikojenlerdir. Bu sistemde meydana gelen bir kimyasal tepkime ise anaerobik glikolizdir. Bu kaslarda depolu olan glikojenin oksijensiz ortamda parçalanması anlamına gelmektedir. Glikojenin parçalanması ile birlikte ortamda oksijen olmaması durumunda meydana gelen ürün strik asit döngüsüne giremediğinden dolayı laktik aside dönüşmektedir. Bu kimyasal

olaylar sonucunda ise ortaya enerji olarak 3 mol ATP meydana gelmektedir (Günay ve ark., 2013).

Bu sistemde yapılan aktiviteler hem oksijensiz ortamda yapılmakta hem de laktik asit meydana gelmemektedir. Enerji bu sistemde doğrudan meydana gelmektedir. Hızlılık ve patlayıcı kuvvet gerektiren aktivitelerde ön plana çıkan bir sistemdir. Aktivite sonrasında depoların yaklaşık olarak %70' nin yenilenmesi 30 saniye sürmekte, tamamının yenilenmesi ise 3 ila 5 dakika arasında gerçekleşmektedir (Ardıç, 2014; Dündar, 2003).

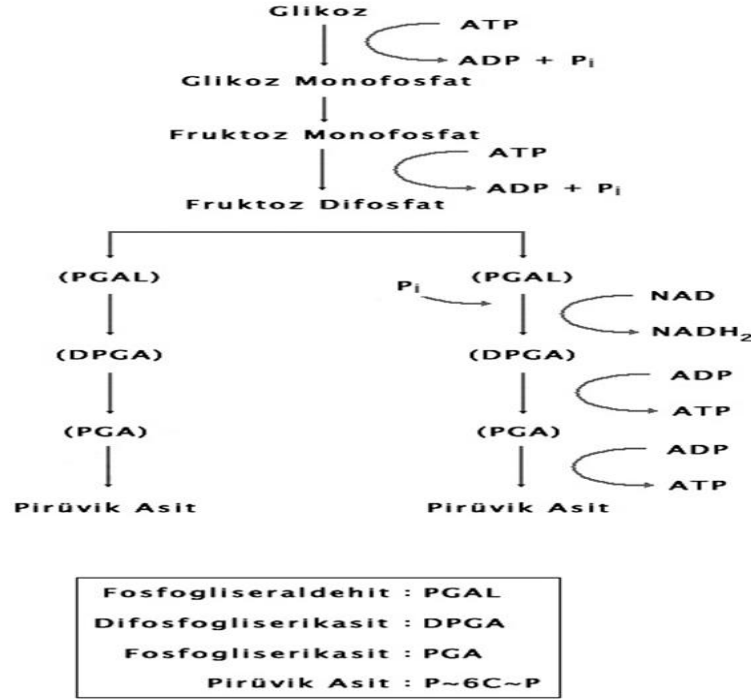


Şekil 1.2 Farklı enerji sistemleri ve egzersiz sürecindeki kalıtsal oranlar (McArdle ve ark., 2000).

1.2.2. Laktik Asit Enerji Sistemi (Anaerobik Sistem)

Anaerobik glikoliz olarak da adlandırılan laktik asit sistem kaslarda depolu halde bulunan glikojenin tepkimeler sonucunda pruvat ya da laktik asite dönüşmesine denmektedir. Yüksek hızda ve şiddette enerji takviyesi sağlayan bir sistemdir. Bu sistemde de ATP nin parçalanması ile oluşacak enerjiye ihtiyaç vardır (Bangsbo ve Lindquist, 1992). Kaslarda depolu olan glikojenler bu sistemde gerekli olan enerjinin sağlanması için ATP yapımı için kullanılmaktadır. İşlem sonucunda ortaya laktik asit çıkmaktadır. Yine ATP' nin yeniden sentezlenmesi için oksijen kullanılmamaktadır. Ortamda oksijen bulunmadığından dolayı da bu sistem sadece 2-3 dakika süren

aktivitelere müsaade etmektedir. Laktik asit birikiminden dolayı egzersiz aynı seviyede daha fazla sürdürülemez (Ersoy, 2004). Laktik asit sistemde bulunan enzimler burada bu sistemin işleyişini kontrol etmekte ve hızını ayarlamaktadır. Hız gerektiren sprint tarzı antrenmanlar sayesinde bu sistemin hızında pozitif ilerlemeler sağlanmaktadır (Maglischo, 2003).



Şekil 1.3. Anaerobik glikoliz sistemi.

1.2.3. Aerobik Enerji Sistemi

Bu sistemde aktivite için gerekli olan ATP depolu olan besin maddelerinin oksijenli ortamda ve hücrenin mitokondrisinde meydana gelen tepkimeler sonucu elde edilmektedir. Bu sistem karbonhidrat ve yağ ürünlerinin oksidasyonu ile ortama su (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) meydana çıkmaktadır. Enerji üretiminin ve kimyasal reaksiyonların yavaş tempoda gerçekleştiği bir sistemdir. Meydana gelen bütün tepkimelerde oksijen kullanılmaktadır. İşlemler sonucunda da toksit atıklar meydana gelmektedir. Bu sistemde yapılan egzersizler 2-3 saat süreye kadar aynı tempoda sürdürülebilmektedir. Bu sistemde laktik asit meydana gelmez (Nagle, 1973). Yapılan fiziksel aktiviteler sırasında gerekli olan enerji sistemleri tek tek değil, yapılan egzersizin türüne göre sırayla devreye girerek etkinliğini göstermektedir (McArdle ve ark., 2000; Astrand ve ark., 1986).

Egzersiz esnasında depolu olan karbonhidratların yetişemediği durumlarda enerji takviyesi için depolu olan yağlar devreye girmektedir. Yağ asitlerinin de yetersiz kaldığı durumda en son çare olarak kullanılan protein depoları kullanılmaktadır (Günay ve Cicioğlu, 2013).

1.2.4. Yüzme ve Enerji Sistemi

Egzersiz süresinin uzun tutulduğu ve şiddetin belirli bir seviyeni altında tutulduğu aktivitelerde ön çıkan enerji metabolizması aerobik, tam tersi şekilde kısa süreli yapılan ve şiddetin belirli bir seviyeni üzerinde olduğu aktiviteler ise anaerobik metabolizma içerisine girmektedir. Aktivite süresince sadece bir enerji metabolizması bütün aktivitenin yükünü karşılayacak şekilde aktif olamaz. Bütün enerji metabolizmaları egzersiz esnasında uygulanan şiddet ve süre kavramlarına göre kendi payınca katkıda bulunmaktadır (Günay ve Cicioğlu, 2001). Yüzme sporu açısından incelendiğinde sporcularda kas incelenmesi yapıldığı zaman birtakım aerobik enzimlerin aktivitesini arttığı ve kaslardaki kapiller yoğunluğun arttığı tespit edilmiştir. Buradan hareketle yüzme spor ile uğraşan performansçıların yüksek düzeyde aerobik kapasiteye sahip oldukları görülmektedir (Akgün, 1992). Yüzme sporunda hangi enerji metabolizmasını ne derecede etki gösterdiği konusu bilim insanları tarafından araştırma konusu olarak üzerinde çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir (Francaux ve ark., 1987; Heck ve ark., 1985).

Çizelge 1.1. Yüzme sporunda kullanılan enerji sistemleri (Alpar, 1988)

<i>Yüzme Sporunda Kullanılan Enerji Sistemleri</i>						
Enerji Sistemi	ATP'nin Kaynağı	Kullanılan Besin Türü	Aerobik/ Anaerobik	Mesafe	Süre	ATP Miktarı
ATP Kreatin Fosfat (CP)	Kasta bulunan depo kreatin fosfatın parçalanması ile açığa çıkan enerji	Yüksek Enerji Fosfatları	Anaerobik	25 m Sprint	<30 sn	Az ATP
Laktik Asit Sistemi	Glikozun anaerobik yıkılımı	Karbonhidratlar	Anaerobik	50-200 m Hızlı yüzme	30 sn – 3 dk.	Az ATP
O ₂ Sistemi	Aerobik glikolizis	Karbonhidratlar Yağlar Proteinler	Aerobik	200 m ve üstü	>3 dk.	Fazla ATP

Yüzme etkinlikleri genel olarak ya aerobik ya da anaerobik olarak iki enerji metabolizması çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi

enerji sistemleri fiziksel aktivitenin başlangıcı ile birlikte devreye girer ve egzersiz bitene kadar değişik tempolarda gerekli enerji metabolizması ile katkıda bulunur. Sprint yüzme antrenmanlarında gerekli olan hızlı enerji takviyesi ATP-CP depoları ve anaerobik glikoliz sisteminden elde edilmektedir. Yüzme esnasında aerobik metabolizma aktif olarak çalışıyor olsa bile hızlı bir şekilde enerji takviyesi gerekli olduğunda etkili olamamaktadır. Antrenmanların veya yüzme müsabakalarında hız yavaşladıkça ve mesafeler kısaldıkça gerekli olan enerji aerobik metabolizma sayesinde elde edilmektedir (Maglischo, 1993).

Orta hızda yapılan yüzme aktivitesinde gerekli olan ve bir o kadar da önem arz eden enerji deposu kaslardaki glikojenlerdir. Glikojenler her an kullanılmaya hazır bir şekilde kaslarda depolu halde bulunmaktadırlar. Kaslarda depolu halde duran glikojenler hem aerobik hem de anaerobik metabolizma için kullanılabilir. Daha önce de bahsedildiği gibi bu tür aktivitelerin devamı için ATP enerjisinin yenilenmesi gerekmektedir. ATP enerjisinin yenilenmesi için kullanılan kaynaklar; kan glikozu, yağ ve proteinlerdir. Bu kaynakların yavaş tempodaki egzersizlerde sağladığı katkı çok fazladır (Maglischo, 1993).

1.3. Laktik Asit

Laktik asit bilindiği üzere bütün insanlarda aktivite ile birlikte vücutta meydana gelen organik bir bileşiktir. Kasta kanda ve değişik organlarda oluşumu gerçekleşebilmektedir. Laktat ile aynı anlamda kullanılabilir. Laktat denilen madde aslında laktik asitin sodyum ve potasyum tuzu olarak ifade edilir. Egzersiz sırasında gerekli olan glikozun anaerobik yolla parçalanması sonucu ortaya çıkan prüvatı kas hücresi aerobik yolla enerji üretim mekanizmasına dahil etmeye meyillidir fakat kas hücresinde yeterli miktarda oksijen ve kimyasal tepkime ortamı yoksa yani kas hücresinde aerobik kapasite yoksa prüvat laktata dönüşmektedir. Laktik asit 1780 yılında İsviçre de yaşayan bir bilim insanı olan Carl Wilhelm Scheele tarafından fark edilmiştir. Formül olarak $CH_3CHOH-COOH$ olarak kimyasal ifade olarak da *alfa hidroksipropanoyik* olarak adlandırılmıştır. 1881 yılında ise ticaret amaçlı olarak ekşimi süt kalıntısından elde edilmeye başlandı bundan dolayıdır ki süt asidi olarak da ifade edilebilmektedir (Şahin, 2005).

Sürdürülen egzersiz ile birlikte kaslarda oksijen açığı meydana gelmektedir. Bu oksijenin sağlanması için solunumda sıklığında ve derinliğinde artış meydana

gelmektedir. Otomatik olarak kalp de kaslara yeteri kadar kan pompalamak için atımda hızlanma meydana gelmektedir. Bu aşamada kaslarda oksijen yetersizliği meydana gelmektedir. Kaslar mevcutta bulunan depolu enerji maddelerini oksijen olmadan enerji üretimi için kullanmaya başlarlar. Bu kullanımın artışına bağlı olarak laktik asit olan atık ürünün de miktarında artış meydana gelmektedir. Devam ettirilen egzersiz belirli bir seviyeye gelinceye kadar laktik üretim ve absorbe işlemi belirli bir dengede sabit kalır fakat egzersiz seviyesi arttığında ve yüksek seviyede devam ettirildiğinde bu dengede bozulma meydana gelir ve kaslarda aşırı miktarda laktik asit birikmeye başlar. Bu birikmeye bağlı olarak hidrojen (H) iyonlarında da artış meydana gelir ve ortam asidoza dönüşür. Bahsedilen dengenin oluşmuş olduğu laktik asit miktarına laktat eşiği denilmektedir. Laktat eşik miktarının kişiden kişiye değişmesiyle birlikte ortalama 3,5 ile 5,5 mmol/l civarlarında olduğu ifade edilmektedir (Şahin, 2005).

1.3.1. Laktik Asidin Oluşumu

Temelde laktik asidin kaynağı kaslarda depo edilen glikojenlerin yıkımı ile oluşan bir yan ürün olarak bilinir. Egzersiz sırasında ortaya çıkan enerji ihtiyacının karşılamaya için glikoz devreye girer glikozun yeterli oksijenle yıkımı ile daha fazla enerji elde edilmeye çalışılır. Fakat egzersiz şiddeti yüksek ve hızlı bir şekilde enerji takviyesi gerekiyorsa ortamda oksijen bulunmadan bu işlemin gerçekleşmesi gerekmektedir. Oksijen girmeden hücrenin stoplazmasında gerçekleşen bu olayda ortaya pruvat çıkar ve bu ürün oksijen olmadığı için laktik aside dönüşür (Sönmez, 2002).

1.3.2. Laktik Asidin Etkileri

Atık bir ürün olan laktik asit kasta ve kanda egzersizle birlikte yüksek seviyelere ulaştığında yorgunluk ortaya çıkar. Mevcut asit ortamdaki pH değerinin düşmesine neden olur. Bununla birlikte mitokondride enzimlerin çalışmasını engeller ve enerji için yıkımı gereken karbonhidratların yıkım oranında düşüş meydana gelir (Weineck, 1998).

1.3.3. Laktik Asidin Geri Dönüşümü ve Vücuttan Atılması

Egzersiz sırasında yetersiz oksijen ile meydana gelen laktik asit vücutta aşırı derecede yorgunluğa ve bitkinliğe yol açmaktadır. Fiziksel aktivite bitirildikten sonra tam toparlanmanın sağlanması için meydana gelen bu laktik asidin vücuttan uzaklaştırılması gerekmektedir. Şiddetli bir egzersizden sonra oluşan laktik asidin

vücuttan yarısının atılması ortalama 20-25 dakika sürerken % 95' inin uzaklaştırılması ise yaklaşık 1 saat civarında gerçekleşmektedir (Sönmez, 2002).

Laktik asidin vücuttan uzaklaştırılma şekilleri;

- Ter ve idrar yoluyla atılır,
- Glikoza veya glikojene çevrilir,
- Proteine dönüştürülür,
- Oksidasyona uğrar.

1.3.4. Laktik Asit Testinin Avantajları

İnsanlar bütünüyle birbirlerinde farklı yapılara sahiptirler. Bireyden performans açısından en iyi değerleri elde etmek için insan organizmasının sahip olduğu üst sınırları kısacası kapasitesini belirlemek en doğru yol olarak bilinmektedir. Kapasite belirlenir ve elde edilen verilere göre gerekli yüklenmeler ve çalışmalar yapılabilir. Dünya genelinde spor bilimcileri ve antrenörler tarafından uygulanan ve performans değerlerini belirlemede en etkili yöntemlerden birisi laktat testi olarak bilinmektedir. Bu test sayesinde egzersiz sırasında sporcunun kan içerisindeki laktat seviyesi belirlenir kondisyon ve dayanıklılık hakkında ön görüş sahibi olunabilmektedir. Laktat testinin bu derecede yaygın kullanımının sebebi olarak ise diğer testler oranla doğrudan ve güvenilir sonuçlar vermesi, kolay ve ekonomik olması olarak söylenebilir (Özgür, 2008).

1.3.5. Anaerobik Eşik

Devam ettirile egzersizlerde egzersiz şiddeti artan kadar aktivite için gerekli enerji belirli bir zamana kadar aerobik mekanizmalarla sağlanır. Şiddet artımı başladığı andan itibaren aerobik tepkimeler yetersiz kalıp devreye anaerobik mekanizmalar girer. Devam eden egzersiz sırasında enerji gereksiniminin anaerobik yolla sağlanmaya başladığı evre anaerobik eşik olarak adlandırılır (Kara ve Gökbel, 1994). Anaerobik tanımlanmasını ilk defa 1964 yılında Wasserman ve McIroy yaottı ve anaerobik eşığe yönelik detaylı açıklama ise Wasserman ve arkadaşları tarafından 1973 yılında yapıldı (Demirel,1990).

Başka bir tanımla anaerobik eşik; laktik asidin kan içerisinde birikmeye başladığı, anaerobik mekanizmanın hızlı bir şekilde devreye girip çalıştığı ve total enerjinin bu yolla sağlandığı efor düzeyi olarak ifade edilebilir (Akgün, 1992). Bilim

adamları anaerobik eşiği farklı tanımlarla da ifade etmişlerdir. Bunlar; metabolik asidoz ve solunumsal anlamda gaz değişimlerinin olduğu noktalara yakın bir yer olduğu ve oksijen takviyesinin sağlandığı yer olarak tanımlanmıştır. Kan içerisindeki laktat konsantrasyonunun ortaya çıktığı bu durum farklı isimlerle tanımlanmıştır. Bunlar; anaerobik eşik (AE), laktat eşiği (LE), kan laktatı birikimi başlangıcı (OBLA), plazma laktat birikimi başlangıcı (OPLA) ve maksimal laktat sabitlik durumu (MLSS) olarak ifade edilmiştir (Dinç, 1988).

1.3.6. Anaerobik Eşiğin Belirlenmesi

İnvazif metot

Bu metotta kulağın veya parmak ucundan kan alma yöntemi mevcuttur. Elde edilen verilerin gerekli kıyaslama ve karşılaştırmalar yapılarak uygulanan yüke karşı anaerobik eşik değeri belirlenir.

Non-invazif metot

Bu yöntemde kan alma işlemi yoktur. Dışarıdan müdahale ile tahmini oranlar değerlendirilir. Nabız, solunum katsayısı gibi bir takım parametreleri kullanılır. Anaerobik eşikten sonra biriken laktik asidin tamponlanması sonucu CO₂ yapımı, O₂ kullanımından daha hızlı artmaktadır. Biriken CO₂'i atabilmek için ventilasyonun VO₂ 'den daha hızlı arttığı bu nokta (VT) grafik üzerinde elle ya da bilgisayarla belirlenir. Solunum katsayısı (RQ) da yük arttıkça yavaş yavaş artarken, VT'nin üzerinde çok hızlı yükselir. İşte kırılımın olduğu bu nokta RQ/Çalışma şiddeti grafikte bulunarak anaerobik eşik belirlenir (Gökbel ve Kara, 1994).

1.4. Yüzme Fizyolojisi

Diğer spor dallarından farklı olarak yapılan yüzme sporunda iki önemli farklılık meydana gelmektedir. Bunların birincisi yüzme sporunu su içerisinde yapılması ve yatay pozisyona icra edilmesidir. Bu branşın su içerisinde yapılmasının solunum üzerinde basınç oluşturma etkisi vardır. Meydana gelen bu basınç solunum sisteminin çalışmasını zorlamakta ve direnç oluşturmaktadır. Su içerisinde yapılan hareketler karadaki hareketlere oranlar çok daha fazla efor sarf ettirici bir etkiye sahiptir (Akgün, 1993).

1.4.1. Yüzme Sporunun Faydaları

Yüzme sporunun insan organizmasına sağladığı yarar oldukça fazladır. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır;

- Motorik özelliklerden olan dayanıklılık ve esneklik gibi önemli özelliklerin gelişimini sağlar.
- Kalbin mevcut gücünün artırarak kalp ile birlikte akciğer volüm ve kapasitelerinde artış sağlamaktadır.
- Dolaşım sisteminde iyileşmeler sağlayarak damar komplikasyonlarına engel oluşturmaktadır.
- Kilo kontrolü sağlamaktadır.
- Günlük yaşamın gerilimi ve stresinin azaltılmasında etkin rol oynamaktadır.
- Sağlık anlamında fizik tedavi amaçlı kullanılabilir.
- Bir takım eklem ve bağ doku rahatsızlıklarının önüne geçmeyi sağlamaktadır.
- İnsanların fiziksel olarak daha fit ve sağlıklı bir görünüm elde etmelerini sağlar.
- Her türlü insanın, engelli, yaşlı ve hamile olarak uğraşabileceği bir etkinlik alanı oluşturmaktadır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Dizaynı ve Denekler

Araştırmamız çapraz kontrollü deney dizaynına göre tasarlanmıştır. Çalışmaya toplamda 15 sağlıklı erkek yüzücü katılmıştır (Çizelge 2.1.). Çalışmaya katılan deneklerin sayısı Power analizi yöntemi ile belirlenmiştir. Deneklerin çalışmaya dahil edilme kriterleri olarak ise en az 5 yıl spor geçmişine sahip olmak ve solunum açısından herhangi bir sağlık sorunu olmamak olarak belirlenmiştir.

Denekler araştırma için toplamda 8 kez laboratuvar ziyaretinde bulunmuşlardır. Her ziyaret arasında en az 24 saatlik bir zaman ayrılmıştır.

- İlk ziyarette çalışmaya dair onam formları alınmış ve denekler çalışma hakkında bilgilendirilmiştir. Buna ek olarak deneklere kapsam ve şiddet egzersizlerini uygulayabilmek için öncelikli olarak MIP değerleri ağız içi basınçölçer cihazı ile belirlenmiştir.
- İkinci ve dördüncü ziyaretler arasında, uygulama kartı ile randomize edilerek, maksimal inspiratuar ağız içi basıncın (MIP) %40 şiddetinde her seti 2x30 nefesten oluşan ve aralarında birer dakikalık dinlenmeyi içeren 1, 2 ve 3 set inspiratuar kas egzersizi yaptırılmıştır. 1 setlik uygulamada denek 60 nefes alırken, 2 setlik uygulamada 120 nefes, 3 setlik uygulamada ise 180 nefes almıştır. Her uygulamanın hemen sonunda, 5 dakika sonra ve 10 dakika sonra kan laktat seviyeleri ölçülmüştür, laktatın kastan kana uygun zamanda geçişini temsil ettiği için en yüksek olan değer dikkate alınmıştır. Bu sayede değişen kapsamın kan laktatı üzerindeki etkisi belirlenmiştir.
- Beşinci ziyaretten itibaren sekizinci ziyarete kadar, yine uygulama kartı ile randomize edilerek, deneklere MIP değerlerinin %40-60-80-100 şiddetlerinde inspiratuar kas egzersizi (2x30 nefes) yaptırılmıştır. Her uygulamanın hemen sonunda, 5 dakika sonra ve 10 dakika sonra kan laktat seviyeleri ölçülmüştür, laktatın kastan kana uygun zamanda geçişini temsil ettiği için en yüksek olan değer dikkate alınmıştır. Bu sayede değişen şiddet seviyelerindeki kan laktat düzeyleri belirlenmiştir.

Çizelge 2.1. Deneklerin tanımlayıcı özellikleri (N=16)

	Minimum.	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Yaş (yıl)	21,00	23,00	22,00	0,52
Boy uzunluğu (cm)	173,00	182,00	176,25	3,17
Vücut ağırlığı (kg)	62,00	84,00	70,25	6,42

2.2. İspiratuar Kas Antrenman Prosedürü ve MIP Ölçümü

PowerBreathe Classic model inspiratuar kas antrenman cihazı ile iki kez 30 nefesten oluşan ve her 30 nefes arasında bir dakikalık dinlenme içeren egzersiz programı uygulanmıştır. Egzersiz sırasında denekler zorlu olmayan ancak tidal volümün üzerinde bir efor ile cihaz aracılında nefes alıp vermişlerdir. Cihaz, tasarımı gereği inspirasyon esnasında MIP'e göre belirlenmiş şiddetlerde direnç sağlamaktadır (Romer ve ark., 2002).

MIP hesaplanması için elektronik respiratuar basınçölçer kullanılmıştır. Ölçümler oturur pozisyonda burun tıkacı kullanılarak yapılmıştır. Maksimum ekspirasyonun ardından kapalı solunum yoluna karşı kişinin maksimum inspirasyon yapması ve bunu 1-3 sn sürdürmesi istenmiştir. En iyi iki ölçüm arasında 5 cmH₂O fark kalana kadar ölçüm tekrarlanmış ve en iyi sonuç kaydedilmiştir (Lomax and McConnell, 2009).



Şekil 2.1. İspiratuar kas antrenman cihazı

2.2.1. Kapsamın ve Şiddetin Artırımı

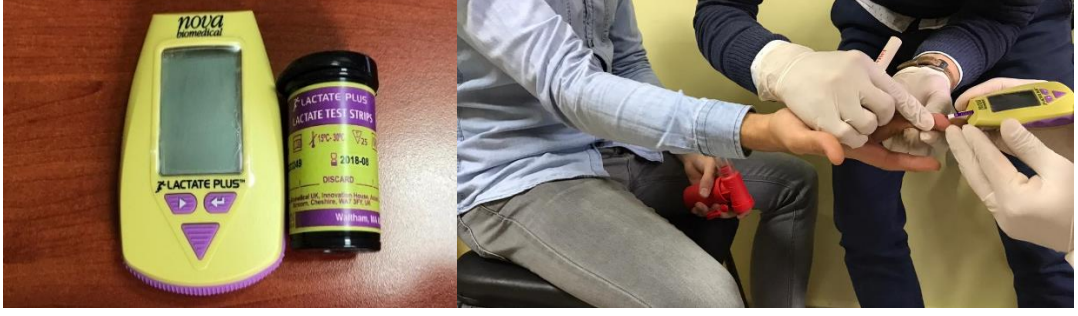
Çalışmada kapsamı değiştirmek için 2x30 nefesten oluşan egzersiz birimleri tekrarlanmıştır (Gething ve ark., 2004). 1 setlik uygulamada toplam 60 nefes, 2 setlik uygulamada toplam 120 nefes, 3 setlik uygulamada toplam 180 nefes inspiratuar kas antrenman cihazı aracılığı ile alınarak kapsam artırılmıştır. Çalışmada şiddeti değiştirmek için MİP'e göre belirlenen (Martyn ve ark., 1987) temel %40 şiddetinin haricinde %60-80-100 şiddetleri kullanılmıştır (Gething ve ark., 2004; Enright ve Unnithan, 2011).

Kapsama göre uygulamalar	%40 MİP şiddeti 30 nefes 2 set (toplam 60 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)	%40 MİP şiddeti 30 nefes 4 set (toplam 120 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)	%40 MİP şiddeti 30 nefes 6 set (180 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)	
Şiddete göre uygulamalar	%40 MİP şiddeti 30 nefes 2 set (toplam 60 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)	%60 MİP şiddeti 30 nefes 2 set (toplam 60 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)	%80 MİP şiddeti 30 nefes 2 set (toplam 60 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)	%100 MİP şiddeti 30 nefes 2 set (toplam 60 nefes) (setler arası 1dk dinlenme)

2.3. Laktat Ölçümü

Kan laktat seviyelerinin ölçümleri ise kanın parmak ucundan alınmasıyla gerçekleştirilmiştir (Dassonville ve ark., 1998). Alınan kan örnekleri ise portatif laktat analizörü Lactate Plus (+) (LSP, SensLab GmbH, Germany) ile değerlendirilmiştir. Laktat ölçümleri egzersiz öncesi, egzersizin hemen sonrası, 5 dakika sonrası ve 10 dakika sonrası (Coco ve ark., 2009) olarak uygulanmıştır. Egzersizin hemen sonrası, 5 ve 10 dakika sonralarında alınan laktat miktarında ortalamalara bakıldığından 5 dakika sonrasında alınan laktat değerleri daha yüksek olduğu için değerlendirmeye sadece 5 dakika sonra alınan veriler alınmıştır.

Baseline laktat değerleri ise denek laboratuvara geldikten sonra 15 dakikalık oturur pozisyonda pasif dinlenmenin ardından alınmıştır.



Şekil 2.2. Laktat analizörü

2.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel işlemler için SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Normallik sınaması için Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki laktat farkının analizi için Repeated Measures One Way ANOVA ve LSD testleri yapılmıştır. Ayrıca uygulamalardaki laktat miktarı ve MIP değeri arasındaki ilişkilerin incelenmesi için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Değerler ortalama, standart sapma, standart hata, partial ETA, %95 güven aralığı şeklinde sunulmuş ve 0.05 anlamlılık düzeyinde incelenmiştir.

3. BULGULAR

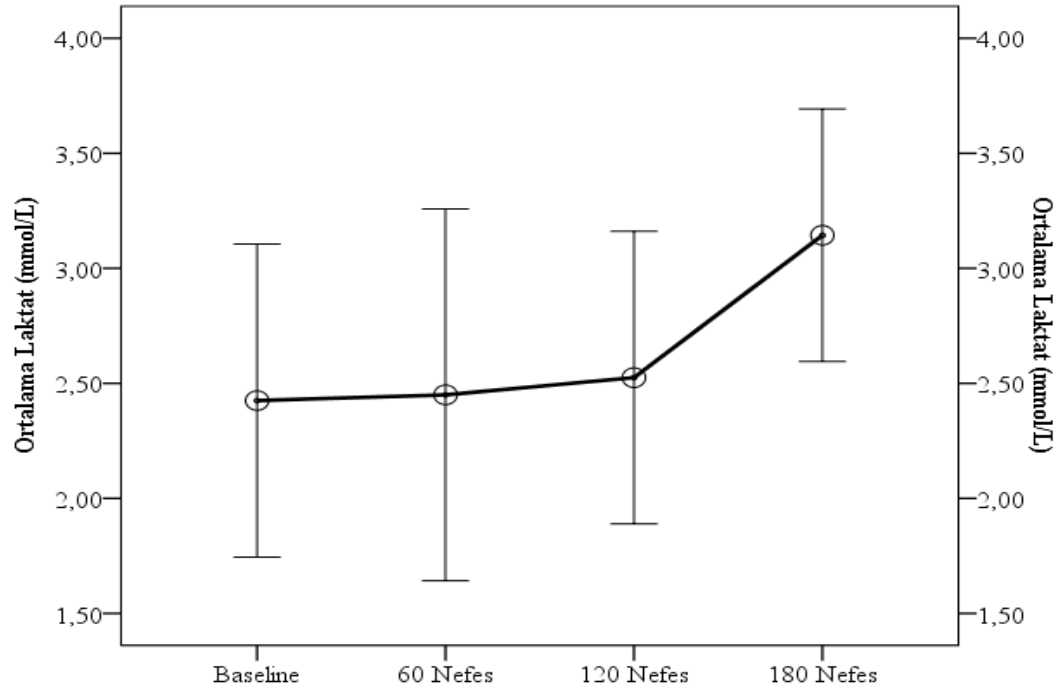
Bu bölümde katılımcılardan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri ve değerlendirme sonuçları verilmiştir. Ede edilen veriler farklı kapsam ve şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizlerin kapsam ve şiddet açısından kan laktat seviyelerine akut etkilerinin ne derecede olduğunu belirlemek amacıyla değerlendirilerek sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Deneklere uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonrası değişen kapsama göre laktat değişiminin uygulamalar arası analizi

	Ortalama	SS	Partial Eta	S.Hata	Güven Aralığı		F	p
					Alt	Üst		
Baseline	2,43	0,68		0,170	2,062	2,788		
60 nefes (30 nefes x 2 tekrar)	2,45	0,81	0,542	0,202	2,019	2,881	17,779	0,001
120 nefes (30 nefes x 4 tekrar)	2,53	0,64		0,159	2,186	2,864		
180 nefes (30 nefes x 6 tekrar)	3,14 abc	0,55		0,137	2,851	3,436		

a: Baseline uygulama ile anlamlı fark; b: 60 nefes uygulaması ile anlamlı fark; c: 120 nefes uygulaması ile anlamlı fark

Çizelge 3.1’de inspiratuar kas egzersizi sonrası arttırılan kapsam sonrası değişen laktat oranlarının uygulamalar arasındaki değişiminin analizi verilmiştir. Analiz sonucunda uygulamalardaki tekrar sayıları arttığında laktik asit miktarında aynı paralelde artış meydana gelmiştir (Şekil 3.1.). Kapsamı en yüksek olan 180 (30 nefes x 6 tekrar) uygulama ile diğer uygulamalar olan 60 nefes (30 nefes x 2 tekrar) ve 120 nefes (30 nefes x 4 tekrar) arasında 180 nefes lehine anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır ($p < 0.05$).



Şekil 3.2. Değişen kapsama göre laktat değişiminin uygulamalar arası analizi

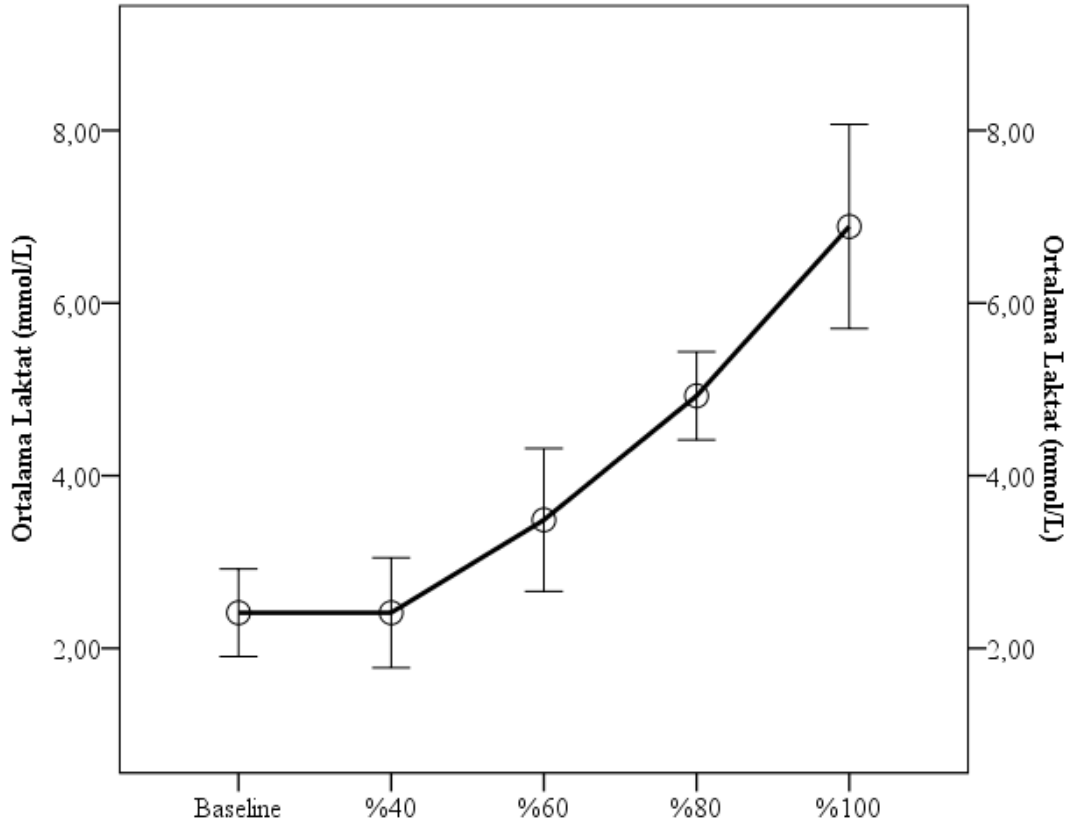
Çizelge 3.3. Deneklere uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonrası değişen şiddete göre laktat değişiminin uygulamalar arası analizi

	Ortalama	SS	Partial Eta	S.Hata	Güven Aralığı		F	p
					Alt	Üst		
Baseline	2,41	0,51		0,127	2,142	2,683		
%40 (30 nefes x 2 tekrar)	2,42	0,64		0,159	2,073	2,752		
%60 (30 nefes x 2 tekrar)	3,49ab	0,83	0,876	0,207	3,046	3,929	105,963	0,001
%80 (30 nefes x 2 tekrar)	4,93abc	0,51		0,128	4,653	5,197		
%100 (30 nefes x 2 tekrar)	6,89abcd	1,18		0,296	6,257	7,518		

a: Baseline uygulama ile anlamlı fark; b: %40 uygulama ile anlamlı fark; c: %60 uygulama ile anlamlı fark; d: %80 uygulama ile anlamlı fark

Çizelge 3.3' de inspiratuar kas egzersizi sonrası arttırılan şiddet sonrası değişen laktat oranlarının uygulamalar arasındaki değişiminin analizi verilmiştir. Bu uygulamada deneklerin maksimal inspiratuar basınç (MIP) değerlerinin yüzdelik değerlerinin etkilerini kan laktat düzeyi üzerindeki değişimi incelenmiştir (Şekil 3.2.). Baseline değerlere göre MIP' in % 40 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat düzeyinde anlamlı bir değişim oluşturmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$). inspiratuar kas egzersizinin şiddeti artırıldığında baseline değer ve diğer şiddetler ile aralarında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). % 60 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin baseline ve % 40 şiddet ile arasında

anlamli bir farklılık tespit edilmiştir. Aynı şekilde % 80 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat seviyelerindeki değişime etkisi baseline, % 40 ve % 60 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin oluşturduğu etkiye oranla anlamlı bulunmuştur. % 100 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat seviyesinin etkisi baseline ve diğer şiddette uygulanan egzersizlere oranla daha fazla etkiye sahip olarak diğerlerinden anlamlı derecede farklılaşmıştır ($p < 0.05$).



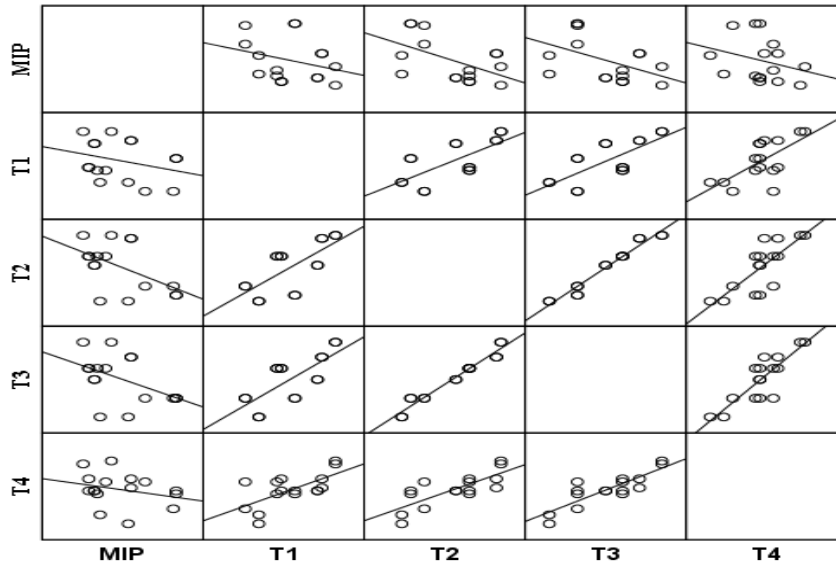
Şekil 3.4. Değişen şiddete göre laktat değişiminin uygulamalar arası analizi

Grafik incelendiğinde baseline ve % 40 şiddetindeki inspiratuar kas egzersizi değerlerinden itibaren laktat düzeyinde meydana gelen anlamlı artış çizgisel şekilde gösterilmiştir (Şekil 3.4.).

Çizelge 3.5. Deneklerin MIP değerleri ile kapsama göre değişen laktat değerleri arasındaki ilişkinin analizi

		MIP	1	2	3	
MIP	139,19±11,55	r	1			
		p				
1. Baseline	2,43±0,68	r	-,290	1		
		p	,276			
2. 60 nefes (30 nefes x 2 tekrar)	2,45±0,81	r	-,538	,710	1	
		p	,046	,002		
3. 120 nefes (30 nefes x 4 tekrar)	2,53±0,64	r	-,580	,744	,980	1
		p	,042	,001	,001	
4. 180 nefes (30 nefes x 6 tekrar)	3,14±0,55	r	-,587	,662	,775	,852
		p	,040	,005	,001	,001

Çizelge 3.5.' te deneklerin ölçülen MIP değerleri ile kapsama göre uygulanan inspiratuar kas egzersizlerinin etkilediği laktat değerleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde kapsam antrenmanı baseline değeri ile MIP değeri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Kapsam antrenmanlarından 60 nefes (30 nefes x 2 tekrar), 120 nefes (30 nefes x 4 tekrar) ve 180 nefes (30 nefes x 6 tekrar) şeklinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin laktat ortalamaları ile MIP değeri arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca diğer kapsam antrenmanlarının (baseline, 60 nefes (30 nefes x 2 tekrar), 120 nefes (30 nefes x 4 tekrar) ve 180 nefes (30 nefes x 6 tekrar)) laktat ortalamalarının birbirleri ile aralarında pozitif önde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 3.5.).

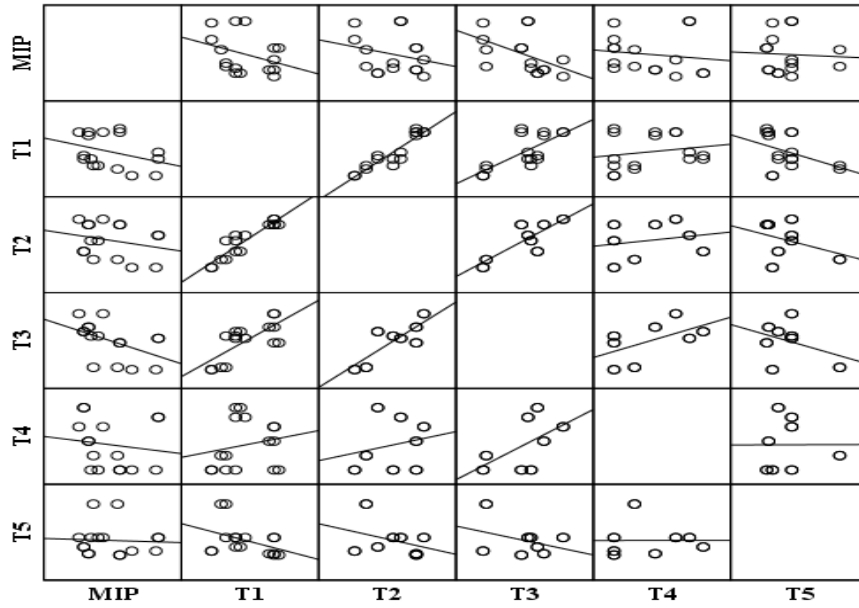


Şekil 3.6. Deneklerin MIP değerleri ile kapsama göre değişen laktat değerleri arasındaki ilişki [MIP: Maksimal inspiratuar basınç, T1: Kapsam baseline, T2: 60 nefes (30 nefes x 2 tekrar), T3: 120 nefes (30 nefes x 4 tekrar), T4: 180 nefes (30 nefes x 6 tekrar)].

Çizelge 3.7. Deneklerin MIP değerleri ile şiddete göre değişen laktat değerleri arasındaki ilişkinin analizi

			MIP	1	2	3	4
MIP	139,19±11,55	r	1				
		p					
1. Baseline	2,41±0,51	r	-,338	1			
		p	,200				
2. %40 (30 nefes x 2 tekrar)	2,41±0,64	r	-,546	,929	1		
		p	,047	,001			
3. %60 (30 nefes x 2 tekrar)	3,49±0,83	r	-,686	,732	,823	1	
		p	,037	,001	,001		
4. %80 (30 nefes x 2 tekrar)	4,93±0,51	r	-,512	,194	,212	,556	1
		p	,048	,471	,431	,025	
5. %100 (30 nefes x 2 tekrar)	6,89±1,18	r	-,102	-,401	-,344	-,352	,003
		p	,189	,124	,192	,181	,992

Çizelge 3.7.' te deneklerin MIP değerleri baza alınarak artırılan şiddete göre laktat düzeylerinde meydana gelen değişimleri ile MIP değerleri ile arasındaki ilişki gösterilmiştir. İlişkisel analize bakıldığında baseline değer ile MIP değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Diğer yandan % 40 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizi ile MIP değeri arasında negatif yönde ve baseline değer arasında ise pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0.05$). % 60 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonucu laktat ortalaması ile MIP değeri arasında negatif yönde, baseline ve % 40 şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonucu laktat ortalaması arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır ($p < 0.05$). % 80 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonucu laktat ortalaması ile MIP değeri arasında negatif yönde ve % 80 şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonucu laktat ortalaması arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır ($p < 0.05$). % 100 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonucu laktat ortalaması ile MIP değerleri ve diğer şiddetten uygulanan inspiratuar kas egzersizleri sonucu laktat ortalaması ile herhangi bir ilişki tespit edilememiştir ($p > 0.05$) (Şekil 3.7.).



Şekil 3.8. Deneklerin MIP değerleri ile şiddete göre değişen laktat değerleri arasındaki ilişki [MIP: Maksimal inspiratuar basınç, T1: Şiddet baseline, T2: %40 (30 nefes x 2 tekrar), T3: %60 (30 nefes x 2 tekrar), T4: %80 (30 nefes x 2 tekrar), T5: %100 (30 nefes x 2 tekrar)]

Çizelge 3.9. Deneklerin kapsama ve şiddete göre değişen laktat değerleri arasındaki ilişkinin analizi

		Kapsam Baseline	60 nefes (30 nefes x 2 tekrar)	120 nefes (30 nefes x 4 tekrar)	180 nefes (30 nefes x 6 tekrar)
Şiddet Baseline	r	,969	,711	,704	,566
	p	,000	,002	,002	,022
%40 (30 nefes x2 tekrar)	r	,973	,664	,703	,621
	p	,000	,005	,002	,010
%60 (30 nefes x2 tekrar)	r	,828	,704	,790	,747
	p	,000	,002	,000	,001
%80 (30 nefes x2 tekrar)	r	,605	,613	,588	,681
	p	,041	,042	,047	,039
%100 (30 nefes x2 tekrar)	r	-,364	-,525	-,522	-,537
	p	,166	,037	,038	,032

Çizelge 3.9' te deneklerin kapsam ve şiddet arttırılarak uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonucu laktat değerlerinde meydana gelen değişimin analizi verilmiştir. Tabloya göre şiddet antrenmanı baseline değeri, % 40 - % 60 - % 80 ve % 100 şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizinin laktat ortalamaları ile kapsam antrenmanı baseline değeri hariç diğer kapsam antrenmanlarının laktat ortalamaları ile anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Tespit edilen ilişkilerin çoğu pozitif yönde ortaya çıkarken sadece % 100 şiddet antrenmanı ile kapsam antrenmanı baseline değeri harç diğer kapsam antrenmanlarının laktat ortalamaları arasında ortaya çıkan ilişki negatif yönde olarak tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı yüzücülerde farklı kapsam ve şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat düzeyine akut etkisini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya 22.00 ± 0.52 yaş ortalamasına sahip 15 sağlıklı erkek yüzücü dâhil edilmiştir. Çalışmaya katılan deneklere farklı kapsam ve şiddette inspiratuar kas egzersizi yaptırılmıştır. Deneklere uygulanan inspiratuar egzersizini şiddetini belirlemek için MIP ölçümü gerçekleştirilmiştir. Elde edilen MIP değerlerine göre kapsam egzersizinde değerler % 40 şiddetinde egzersiz uygulanmıştır. Bu şekilde 2x30 nefesten oluşan egzersiz birimleri 1, 2 ve 3 'er set tekrarlanmıştır. İspiratuar kas egzersizinin şiddet kısmında ise MIP ölçümünde elde edilen değerler % 40-60-80-100 şiddetinde yüklenmeler randomize olarak uygulanmıştır. Alınan kan laktat seviyeleri ile uygulanan egzersiz protokollerinin yorgunluk üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda farklı kapsam ve şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat seviyelerine farklı derecelerde akut etkileri belirlenmiştir.

Çalışmamızda deneklere uygulanan inspiratuar kas egzersizi sonrası değişen kapsama göre laktat seviyelerindeki farkın değerlendirilmesine bakıldığında artan kapsamın kan laktat seviyeleri üzerinde anlamlı değişimler sağladığı gözlenmiştir. Baseline değer olarak belirlenen MIP değerinin % 40 şiddetinde yapılan kapsam egzersizine göre arttırılan tekrar sayılarında 60 ve 120 nefes uygulamalarında kan laktat seviyelerinde anlamlı bir artış sağlanamamıştır. 180 nefes uygulanan egzersiz sonucunda ise kan laktat seviyelerinde anlamlı bir değişim gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara genel olarak bakıldığında inspiratuar kas egzersizinin kapsamı arttırıldığında kan laktat seviyesinde de artış görülmektedir ve dolayısıyla daha yüksek kapsamda daha fazla yorgunluk paralel olarak meydana gelmektedir.

Çalışmamızın diğer bir önemli bulgusu inspiratuar kas egzersizinin şiddet bakımından uygulandığında kan laktat seviyelerinde meydana getirdiği etkiler olmuştur. Bu egzersiz protokolü oluşturulmadan önce deneklerin dinlenik durumdaki kan laktat seviyeleri ölçülüp baseline değer olarak kabul edilmiştir. Baseline değere oranla uygulanan inspiratuar kas egzersizinde şiddet artımındaki değişimler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Kapsam egzersizinde olduğu gibi her şiddet artımı akabinde deneklerden kan laktat ölçümü alınıp mevcut uygulanan şiddetin etkileri kaydedilmiştir. Şiddet egzersizinde egzersiz şiddeti deneklerin MIP değerlerinin % 40'ı ile başlamak üzere % 60 - 80 ve 100 olarak uygulanmıştır. MIP değerlerinin

yüzdelerle şiddet artımında nefes sayısı sabit tutularak (30 nefes x 2 tekrar) şiddetin etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Şiddet egzersizlerinden sonra elde edilen veriler değerlendirildiğinde artan şiddet ile birlikte kan laktat seviyelerinde artış gözlenmiştir. Bu artış baseline ve % 40 şiddet değerinde olmayıp diğer şiddet egzersizlerinde meydana gelmiştir. % 60 şiddetinde uygulanan inspiratuar kas egzersizinin etki ettiği kan laktat seviyesi baseline ve % 40 şiddetinde uygulanan egzersize oranla hem yüksek hem de anlamlı seviyede çıkmıştır. % 80 şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat seviyesine etkisi baseline, % 40 ve 60 şiddetinde uygulanan egzersiz şiddetinin etkilerine oranla daha yüksek ve anlamlı derecede kan laktat seviyesi ortaya çıkarmıştır. MIP değerinin % 100' ü ile yapılan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat seviyesi üzerinde baseline ve diğer tüm şiddet egzersizlerine oranlar daha yüksek ve anlamlı bir farklılık ortaya çıkarmıştır. Buradan hareketle inspiratuar kas egzersiz şiddetinde meydana gelen artış aynı zamanda paralel olarak kan laktat seviyesinde de artışı beraberinde getirmektedir ve dolayısıyla uygulanan şiddetin yüksekliği ile yorgunluk durumu aynı paralelde meydana gelmektedir.

Yüzücülerde farklı kapsam ve şiddette uygulanan inspiratuar kas egzersizinin kan laktat seviyelerine akut etkilerinin özel olarak incelendiği çalışmaların literatürde pek yaygın olmaması ve genel olarak bu hususta bir çalışmanın yapılmaması elde ettiğimiz bulguların yeterli düzeyde literatür karşılaştırmasına tabi tutulamamasına yol açmaktadır. Fakat doğrudan inspiratuar kas egzersizi olmasa da uygulanan farklı şiddet ve kapsam içerikli egzersizlerin organizmada meydana getirdiği özellikle laktat seviyelerinde ve diğer fizyolojik özellikler üzerine etkileri inceleyen birçok çalışma mevcuttur (Gökbel ve Dölek., 1995; Perez ve ark.,1986; Medbo ve Tabata., 1993). Buna ek olarak inspiratuar kas egzersizinin yine vücutta bazı fizyolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmalar da aynı şekilde literatürde yer almaktadır (Özdal, 2016; Vural ve ark., 2019).

Daha önceki çalışmalar incelendiğinde kan laktatı üzerinde meydana gelen gelişime etki eden mekanizmalar farklı yollarla denenmiştir (Gökbel ve Dölek, 1995; Perez ve ark.,1986; Medbo ve Tabata., 1993). Yine literatürde yapılan başka bir çalışmada futbolcularda kan laktat seviyelerinde maç öncesi, maç arası ve maç sonrası yapılan ölçümlerde elde edilen veriler arasında anlamlı değişimler sağlanmıştır (Akkoyunlu ve ark., 2002). Bu çalışmalar ile organizmada farklı düzeylerde yüklenmeler sağlanarak bu yüklenmelerin kan laktat seviyeleri üzerindeki değişimleri

raporlanmıştır. Çalışmaların genelinde yüklenmelerin hemen akabinde alınan kan örneklerinde laktat seviyelerinin zirve noktaya ulaştığı tespit edilmiştir.

Laktat geçmişte bilim insanları tarafından çeşitli zamanlarda glikolitik aktivitenin bir göstergesi olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamalardan çok geçmeden kan laktat seviyeleri artırmalı olarak uygulanan ve sürekli yüklenmeleri içeren egzersizlerin yoğunluğunu belirlemek için de kullanılmaya başlanmıştır (Beneke, 2003). Laktat genel olarak organizmada her daim üretilen ve sonradan uzaklaştırılabilen bir maddedir. Dinlenme durumunda bile oksijen varlığı veya yokluğuna bakılmaksızın bu üretim ve uzaklaştırma devam etmektedir. Kan laktat seviyesinin yüklenmelerle artış göstermesi sadece kandaki yetersiz oksijen miktarından değil diğer unsurlardan da kaynakladığı ortaya çıkarılmıştır (Myers ve Ashley, 1997). Laktat fiziksel aktivite esnasında önemli bir rol üstlenmiştir. Özellikle yavaş kasılan kas igrüklerinin tercih ettiği bir yakıt olarak tanımlanabilir. Laktat maddesinin kan içerisinde birikim yapmaya başladığı evrede ventilasyonda bir artış meydana gelir. Bundan dolayı da iş yapabilme kapasitesinde azalmalar meydana gelir (Myers ve Ashley, 1997). Yüzme sporunda da solunum kasları değişen performanslara göre sabit bir tempoda veya hızlı bir şekilde kasılmalar gerçekleştirilebilir. Bunun neden mekanizmalarından birisi vücudun yatay bir pozisyonda su içerisinde olup ağzın hava akımına karşılık su içerisinde bir basınç oluşturmasıdır (Akgün, 1993). Oluşan basınç sayesinde solunum kaslarına binen yük miktarı da artmış olmaktadır. Bu yükün sabit bir şekilde sürdürülmesi yani yüzme egzersizinin belirli tempoda devam ettirilmesi kandaki laktat düzeyinin ani artışlarla değil yavaş artışlarla birikmesine neden olarak daha geç yorgunluk meydana getirmesine neden olur. Hızlı ve performansa yönelik yapılan yüzme aktivitesinde ise solunum kaslarının maruz kaldığı yük miktarına oranla paralel olarak kandaki laktat konsantrasyonu da hızlı bir artış gösterecektir (Özdoğru, 2018). Çalışmamızda uygulanan solunum kası egzersizlerin farklı kapsam ve şiddetteki etkileri solunum kaslarının maruz kaldığı dirence karşı kan içerisinde oluşturduğu laktat konsantrasyonunu ortaya koymaktadır. Bu etkilerden yola çıkarak solunum kaslarının su içerisinde de maruz kaldığı yüklenmelerin şiddetine ve kapsamına göre su dışında yapılan solunum kası egzersizlerinin planlı bir şekilde yapılıp solunum kaslarının su içerisinde performansının daha iyi seviyelerde sergilenmesi adına önem arz etmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar yüzme egzersizinin solunumda bir takım artışlara neden olup kullanılan solunum süresinin üzerine olumsuz etkiler meydana getirdiğini göstermiştir (Hobo ve ark., 1998). Bu etkilere bağlı olarak kandaki laktat miktarında artış meydana gelmiştir (Baltacı ve ark., 2007) ve solunum sıklığının ve oluşan stresin hormonların serum düzeyi üzerinde artışa sebep olduğu gösterilmiştir (Armario ve ark., 1991; Shen ve ark., 2004; Prince ve Anisman, 1984; Zareian ve ark., 2011; Koshinaka ve ark., 2009; Avital ve ark., 2001). 50 metrelik bir mesafede gerçekleştirilen yüzme performansı kısa süreli bir egzersiz olarak düşünülebilir fakat inspiratuar kaslarının yapıları nedeniyle bu tür kısa aktivitelerde bile yorgunluk seviyelerinin yükseldiğini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Pachecco, 1957; gandevia, 2001; Bizid ve ark., 2009). Daha önce de bahsedildiği üzere uygulanan inspiratuar kas egzersizleri solunum kaslarında yüksek seviyelerde yük oluşturmaktadırlar. Çalışmamızda bunun somut bir sonucu olarak farklı kapsam ve şiddetlerde uygulanan inspiratuar kas egzersizlerinin kan laktat seviyeleri üzerindeki anlamlı artışlarla desteklendiğini görülmüştür. Kaslara planlı ve programlı bir şekilde uygulanan yüklenme çalışmaları kasların miyofibril çapınca büyümeleri kas içi glikojen ve oksijen depolama kapasitelerinde artış sağlamaktadır (Foss ve Kateyian, 1998). Yüzme performansında solunum kaslarının yeterliliği yani su içerisinde oluşan dirence karşı koyabilme yetenekleri bu kasların kapasiteleri ile doğrudan orantılıdır (Shen ve ark., 2004). Kasların büyüme miktarı ve kas içerisinde glikojen ve oksijen depolama kapasiteleri ne kadar yüksek olursa ortaya konan performans da bir o kadar iyi olacaktır. Çalışmamızda uygulanan inspiratuar kası egzersizinin akut etkileri olarak kan laktat seviyelerinde anlamlı artışlar sağlanması bu kasların belirli bir yüke maruz kaldığını göstermektedir. Bu tür solunum egzersizlerinin uzun süreli uygulanması ise bu kasların kapasitelerinin daha iyi seviyeye çıkması ve yüzme performansında daha yüksek değerler elde edilmesine olanak sağlayabilecektir.

Şiddet artımı uygulanarak yapılan egzersiz testlerinde egzersizin başlangıcında CO₂ kasların kullandığı O₂ miktarına karşılık olarak meydana gelir. Egzersiz süresi devam ettirildiğinde ve şiddet seviyeli olarak arttığında kaslara binen iş yükü artmış olmaktadır. Bundan dolayı üretilen CO₂ miktarı kullanılan O₂ miktarına karşılık olarak değil de kan laktat tamponlanması sonucunda yükselmeye başlamaktadır (McArdle ve ark., 2000; Foss ve Keteyian, 1998; Joyner ve Colye, 2008; Jonathan ve Euan, 1997). Kandaki laktat seviyesi uygulanan egzersiz prosedürüne göre yükselmeye devam eder.

Buna bağı olarak solunumsal kompensatuar mekanizma vasıtasıyla hiperventilasyon meydana gelir (Akgün, 1994). Şiddeti yüksek olarak uygulanan egzersizlerde kas lif tiplerinin aktiviteye katılımı, sempatik aktivitenin artması, karaciğer ve böbrek gibi organlardaki iskemi kan laktat oluşumunun daha da fazla artmasına neden olan faktörlerdir (Jonathan ve Euan, 1997). Çalışmamızda inspiratuar kas egzersizinin şiddet artımı uygulamasında meydana gelen laktik asit artımının fizyolojik sebepleri olarak bu gibi faktörlerin göz önüne alınması faydalı olacaktır.

Bir başka açıdan yüzme sporu yatay pozisyonda yapıldığından dolayı core bölgede etkileri daha fazladır ve dolayısıyla akciğer hacim ve kapasitelerini de doğrudan etkilemektedir (Yılmaz ve Özdal, 2019). Su içerisinde yatay pozisyonda bulunmak kas yükünün çoğunu solunum kaslarına yüklemektedir. Bu evrede aktif olan kaslar üzerinde daha çok yük meydana gelir ve yorgunluk oluşur (Yılmaz ve Özdal, 2019; Grupta ve Sawane, 2012). Çalışmamız içerisinde inspiratuar kas egzersizinin solunum kasları üzerinde olumlu etkilerinden bahsederek kan laktat seviyesinin artırdığını söylemiştik. Kan da meydana gelen laktat artışı organizmada performans esnasında yorgunluk meydana getirmektedir (Grupta ve Sawane, 2012). En azından yüzme performansında oluşan yorgunluğun tolere edilebilmesi veya en aza indirilebilmesi için solunum kaslarının kapasitelerinin artırılması elzem olabilmektedir. İspiratuar kas egzersizini özellikle farklı şiddetlerde uygulayarak çalışmamız sonucunda anlamlı değişimler elde edilmiştir. Bu bağlamda bu tür solunum egzersizlerinin planlı ve programlı bir şekilde yapılacak olması solunum kaslarının kapasitelerinin artırılmasına ve yorgunluğun daha uzun sürede ortaya çıkmasına olumlu katkılar sunacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz başka önemli bir bulgu uygulanan inspiratuar kas egzersizinin şiddetinin artırılması ile kan laktat düzeyine meydana gelen anlamlı artış olmuştur. Bu uygulamada meydana gelen artış kapsam egzersizleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek seviyelerde ortaya çıkmıştır. Kapsamı en yüksek olarak uygulanan inspiratuar kas egzersizinin (180 nefes (30 nefes x 6 tekrar)) kan laktat düzeyine akut etkisi incelendiğinde $3,14 \pm 0,55$ değerinde bir ortalama elde ederken, şiddeti en yüksek olarak ayarlanan inspiratuar kas egzersizinin (%100 (30 nefes x 2 tekrar)) kan laktat düzeyine akut etkisi ise $6,89 \pm 1,18$ ortalama ile elde edilmiştir. Bilindiği gibi iskelet kasları üzerinde yüksek şiddetteki egzersizler daha yorucu ve kısıtlayıcı etkiye sahiptir. Egzersizin aynı seviyede fakat farklı

tekrarlarda yapılması aynı egzersizin sabit tekrar ve farklı yüklenme şiddetleri ile yapılması kadar organizmada yorucu etki oluşturmaz. Uygulanan egzersizin şiddeti arttıkça kan içerisinde biriken laktat miktarı aynı paralelde artış göstererek vücuttaki sistemlerde yavaşlama ve kısıtlama meydana getirir. Organizma bu süreçte anaerobik mekanizma öncülüğünde egzersizi sürdürmeye çalışır. Bu sistemde ise bilindiği gibi egzersizler daha kısa sürelerde gerçekleştirilebilmektedir. Solunum kasları da iskelet kasları gibi düşünüldüğünden çalışmamızda uyguladığımız farklı şiddetlerdeki inspiratuar kas egzersizinin kan laktat düzeyi üzerindeki anlamlı ve yüksek etkileri solunum kaslarının yüksek şiddete maruz kalarak kan laktat seviyelerinde artışın meydana geldiğini göstermiştir. Dolayısıyla organizmada bu sistem anaerobik metabolizmayı devreye sokarak egzersizin daha zorlu bir şekilde tamamlanmasına neden olmuştur. Bu da organizmada yorgunluğu etkileyecek ve özellikle yüzme aktivitesinin verimliliğini kısıtlayacak bir etken olarak düşünülebilir.

Anaerobik yüklenmeler yani kısa süreli ve yüksek şiddette yapılan egzersizler vücutta kısa süreli dayanıklılığa yönelik gelişmeler sağladığı literatürde yapılan çalışmalar tarafından da desteklenmektedir (Joyner ve Colye, 2008; Cooper ve Storer, 2003; Thompson, 1977; Laughlin ve Roseguini, 2008). Çalışmamızın bu alanda yüzme performansının özellikle kısa mesafelerde veya yüksek seviyelerde sergilenecek olan performanslarda verimliliği artıracak seviyede olduğu düşünülmektedir. Çünkü literatürde de belirtildiği gibi anaerobik yüklenmeler sporcuların kısa sürede yüksek performans elde etmelerini sağlamaktadır (Laughlin ve Roseguini, 2008; Nagle, 1973). Çalışmamızda uyguladığımız farklı şiddetlerdeki inspiratuar kas egzersizinin kan laktat düzeyleri üzerindeki akut değişimler göz önüne alındığında bu tür çalışmaların uzun süreli uygulanması yüzücülerin kısa süreli performanslarının daha yüksek seviyede sergilemelerine olanak tanıyabilecektir. Çünkü her yüklenme esnasında artan kan laktat düzeyi bir süre sonra aynı şiddette daha düşük seviyelerde ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla yüzme sporunda önem arz eden solunum kaslarının performans sırasında oluşan laktat düzeyine karşı tolere kapasitelerinde artış sağlaması mümkün olabilecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar yüzücülerde uygulanan farklı kapsam ve şiddetteki inspiratuar kas egzersizlerinin kan laktat seviyeleri üzerindeki akut etkilerini ortaya koymuştur. Bu etkilerden ve elde ettiğimiz sonuçlardan yola çıkarak yüzücülere uygulanan farklı kapsam ve şiddetteki inspiratuar kas egzersizlerinin solunum kaslarına yönelik belirli bir direnç oluşturması ve bu direnç ile birlikte kan laktat seviyelerinde artış meydana gelmesi solunum kaslarının önemli derecede yüke maruz kaldığının göstergesi olarak kabul edilebilir. Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında farklı kapsam ve şiddette uygulana inspiratuar kas egzersizinin kan laktat düzeyine akut etkileri anlamlı olarak ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak yapılan bu tür inspiratuar kas egzersizlerinin özellikle yüzücülerde solunum kaslarına yönelik kas kapasitesinin gelişimine katkı sağlayacak seviyede olduğu ve kan laktat seviyelerindeki değişimlerin performansa olumlu etkilerinin olacağı söylenebilir.

Mevcut çalışmada akut olarak uygulanan farklı kapsam ve şiddetteki inspiratuar kas egzersizlerinin etkileri uzun süre zarfında da değerlendirilebilir. Bu sayede solunum egzersizleri için bir tür antrenman planlanması ve bunun periyotlar şeklinde uygulanması mümkün olabilecektir.

Bu tür çalışmalara daha fazla örneklem grubu dâhil edilmesi sonuçların daha da genellenebilir olması açısından sağlıklı olacaktır

Bu çalışmanın ileride yapılacak olan çalışmalar için rehber nitelikte olması ve yapılacak olan çalışmalara bir veri tabanı olarak sunulması bu alana yapılan bir katkı olarak değerlendirilip bundan memnuniyet duyulacaktır.

Çalışmamızda uygulanan metot ve yöntemlerle alakalı veya benzer çalışmaların yeterli düzeyde olmaması literatürde bu alanda bir boşluğun olduğunu ortaya koymaktadır. Bu hususta bu tür çalışmaların sayıca fazla yapılması hem antrenman bilimine hem de spor bilimine olumlu katkılar sağlayabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Akgün N. 1993. Egzersiz Fizyolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, 4. Baskı, II. Cilt, İzmir, 53-158.
- Akkoyunlu Y, Şenel Ö, Güzel NA, 2004. Yıldız erkek futbolcuların BİR müsabaka süresince kan laktik asit ve glukoz düzeylerinin incelenmesi. Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 9(3), 79-85.
- Aktümsek A, 2001. Anatomi ve Fizyoloji (İnsan Biyolojisi). 1. Baskı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 307-317.
- Alpar R, 1988. Yüzme ve sutopu antrenmanlarının temelleri. Yüzme Atlama Sutopu Federasyonu Yayın No: 4, İstanbul.
- Amonette WE, Dupler TL, 2002. The effects of respiratory muscle training on VO2 max, the ventilatory threshold and pulmonary function. J Exerc Physiol, 5(2), p. 29-35.
- Ardıç F, 2014. Egzersiz Reçetesi. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, 2(60), s. 1-8.
- Armario A, Gil M, Marti J, Pol O, Balasch J, 1991. Influence of various acute stressors on the activity of adult male rats in a holeboard and in the forced swim test. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 39(2), p. 373-7.
- Astrand PO. Rodahl K. 1986. Physiological bases of exercise, Textbook of Work Physiology, Third ed. McGraw-Hill Books Co. ,Singapore.
- Avital A, Richter-Levin G, Leschiner S, Spanier I, Veenman L, Weizman A, Gavish M, 2001. Acute and repeated swim stress effects on peripheral benzodiazepine receptors in the rat hippocampus, adrenal, and kidney. Neuropsychopharmacology, 25(5), p. 669-78.
- Baltacı AK, Cumralıgil B, Kilic M, Kaya O, 2007. Effect of acute swimming exercise on lactate levels and its relation with zinc in pinealectomized rats. Cell biochemistry and function, 25(6), p. 597-601
- Bangsbo J, Lindquist F, 1992. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. International journal of sports medicine, 13(02), 125-132.
- Bartter TC, Pratter MR, Irwin RS, 2003. Respiratory failure Part I: A Physiologic Approach to Managing respiratory Failure. In Intensive Care Medicine, Eds: Irwin RS and Rippe JM, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, p. 485-489.
- Belman MJ, Gaesser GA, 1991. Exercise Training Below and Above The Lactate Threshold In The Elderly. Med Sci Sports Exerc, 23(5), s. 562-8.
- Beneke R, 2003. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. Medicine and science in sports and exercise, 35(9), p. 1626-1630
- Bizid R, Margnes E, François Y, Jully JL, Gonzalez G, Dupui P, Paillard T, 2009. Effects of knee and ankle muscle fatigue on postural control in the unipedal stance. European Journal of Applied Physiology, 106(3), p. 375-380.
- Bostancı Ö, 2009. Elit yüzücülerde ve futbolcularda akciğer hacim oranının stereolojik yöntemle belirlenip solunum parametleri ile karşılaştırılması. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Boutellier U, Büchel R, Kundert A, Spengler C, 1992. The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. Eur J Appl Physiol, 65 (4), p. 347-353.
- Brown PI, Sharpe GR, Johnson MA, 2012. Inspiratory muscle training abolishes the blood lactate increase associated with volitional hyperpnoea superimposed on exercise and accelerates lactate and oxygen uptake kinetics at the onset of exercise. Eur J Appl Physiol, 112(6), p. 2117-2129.
- Chiappa GR, Ribeiro JP, Alves CN, Vieira PJ, Dubas J, Queiroga Jr F, Batista LD, Silva AC, Neder JA, 2009. Inspiratory resistive loading after all-out exercise improves subsequent performance. Eur J Appl Physiol, 106(2), p. 297-303.
- Coco M, Di Corrado D, Calogero RA, Perciavalle V, Maci T and Perciavalle V, 2009. Attentional processes and blood lactate levels. Brain research, 1302, pp.205-211.
- Cooper CB, Storer TW, 2003. Egzersiz testleri ve yorumu. A Kayserilioğlu ve H Çavuşoğlu, Yüce Yayınları, İstanbul.

- Decramer M, 1999. The Respiratory Muscles. In: Fishman AP. Fishman's pulmonary disease and disorders. 3rd Ed, McGraw-Hill.
- Demirel H, 1990. Anaerobik eşiğin fizyolojik anlamı. Spor Bil. I. Ulusal Sem. Bil. Ankara: Spor Toto Teşkilatı Müdürlüğü, s. 567-585.
- Demirel H, Koşar N, 2002. İnsan Anatomisi ve Kinezyoloji. 1. Baskı. Ankara, Nobel Yayınevi, s. 26-34.
- Dinç C, 1998. Bir Anaerobic Eşik Belirleme Yönteminin (M.C.T) Güvenirlik ve Geçerliği Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dündar U, 2003. Antrenman teorisi. 6. Baskı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 66-141.
- Edwards RHT, Faulkner JA, 1995. Structure and function of the respiratory muscles. Eur Respir J suppl, 46(41), p. 185-217.
- Ekren PK, 2009. Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığında Sekiz Haftalık Süreyle Ayaktan Uygulanan Pulmoner Rehabilitasyonun Etkinliği. Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir.
- Enright SJ and Unnithan VB, 2011. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. Physical therapy, 91(6), pp.894-905.
- Ergen E, 2002. Egzersiz Fizyolojisi. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 39-81.
- Ergen E, 2007. Egzersiz Fizyolojisi. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Ersoy G, 2004. Egzersiz ve spor yapanlar için beslenme. Ankara, Nobel yayın dağıtım.
- Forbes S, Game A, Syrotuik D, Jones R, Bell GJ, 2011. The effect of inspiratory and expiratory respiratory muscle training in rowers. Res Sports Med, 19(4), p. 217-230.
- Foss ML, Keteyian SJ, 1998. Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport. 6th ed. WCB/McGraw-Hill.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML, 2012. The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.
- Francaux M, Ramyeard R, Sturbais X, 1987. Physical Fitness of Young Belgian Swimmers. J. Sports Med, 27(2), p.197-204.
- Gail D, 1990. Respiratory muscle fatigue: report of respiratory muscle fatigue workshop group. Am Rev Respir Dis, 43 (4), p. 474-486.
- Gandevia SC, 2001. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. Physiological Reviews, 81(4), p. 1725-1789.
- Gassi ER, Bankoff AD, 2010. Anaerobic threshold determination through ventilatory and electromyographics parameters. Electromyography and Clinical Neurophysiology, 50(3-4), p. 131-135.
- Geddes EL, O'Brien K, Reid WD, Brooks D, Crowe J, 2008. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. Respir Med, 102(12), p. 1715-1729.
- Getchell B, 1985. Physical Fitness A Way of Life. New York, Macmillan Publishing co, p. 24.
- Gething AD, Passfield L and Davies B, 2004. The effects of different inspiratory muscle training intensities on exercising heart rate and perceived exertion. European journal of applied physiology, 92(1), pp.50-55.
- Gigliotti F, Binazzi B, Scano G, 2006. Does training of respiratory muscles affect exercise performance in healthy subjects? Respir Med, 100(6), p. 1117-20.
- Goosey-Tolfrey V, Foden E, Perret C, Degens H, 2010. Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and repetitive sprint performance in wheelchair basketball players. Br J Sports Med, 44(9), p. 665-668.
- Gosselink R, De VJ, Van den Heuvel SP, 2011. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? Eur Respir J, 37(2), p. 416-25.

- Gökbel H, Dölek Ç, 1995. Wingate testi sonrası laktik asit ve total testosteron değerleri. Spor Hekimliği Dergisi, 30, s.145-52.
- Gupta SS, Sawane MV, 2012. A comparative study of the effects of yoga and swimming on pulmonary functions in sedentary subjects. Int J Yoga, 5(2), p. 128-33.
- Guy JH, Edwards AM, Deakin GB, 2014. Inspiratory muscle training improves exercise tolerance in recreational soccer players without concomitant gain in soccer-specific fitness. J Strength Cond Res, 28(2), p. 483-491.
- Guyton AC, Hall JE, 2013. Tıbbi Fizyoloji. 12. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, s. 12-60
- Günay M, Cicioğlu Ş, 2001. Spor fizyolojisi. Ankara, Gazi Kitapevi.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu Ş, 2013. Spor fizyolojisi ve performans ölçümü. 3. Baskı. Ankara, Gazi Kitapevi, s. 45-257.
- HajGhanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, Coelho JD, Freedman KD, Morton TA, Palmer SA, Toy MA, Cody W, Shell WA, Reid WD, 2013. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. J Strength Cond Res, 27(6), p. 1643-1663.
- Hamilton N, Killian KJ, Summers E, 1995. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. Am J Respir Crit Care Med, 152(6).
- Harms CA, Wetter JT, Croix CM, Pegelow DF, Dempsey JA, 2000. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. J Appl Physiol, 89(1), p. 131-138.
- Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber RM, 2000. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects what is the lower limit of normal?. Respiratory Medicine, 94(7), p. 689-693.
- Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollman W, 1985. Justification of the 4 mmol/L Lactate Threshold. Int. J. Sports. Med, 6, p.117-130.
- Hill K, Cecins NM, Eastwood PR, Jenkins SC, 2010. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a practical guide for clinicians. Arch Phys Med Rehabil, 91(9), p. 1466-1470.
- Hobo S, Yoshida K, Yoshihara T, 1998. Characteristics of respiratory function during swimming exercise in thoroughbreds. Journal of Veterinary Medical Science, 60(6), p. 687-9
- Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM, 2012. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals. Sports Med, 42(8), p. 707-724.
- Johnson MA, Sharpe GR, Brown PI, 2007. Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. Eur J Appl Physiol, 101(6) p. 761-770.
- Jonathan M, Euan A, 1997. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. Chest, 111, p. 787-795.
- Joyner MJ, Coyle EF, 2008. Endurance exercise performance: the physiology of champions. The Journal of physiology, 586(1), 35-44.
- Kara M, Gökbel H, 1994. Anaerobik Eşik ve Önemi. Spor Hekimliği Dergisi, 29, s. 161-175.
- Kilding AE, Brown S, McConnell AK, 2010. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. Eur J Appl Physiol, 108(3), p. 505-511.
- Koike A, Kobayashi K, Adachi H, Shimizu N, Itoh H, Hiroe M, Wasserman K, 2001. Effects of dobutamine on critical capillary PO₂ and lactic acidosis threshold in patients with cardiovascular disease. Chest, 120(4), p. 1218-1225.
- Koshinaka K, Kawasaki E, Hokari F, Kawanaka K, 2009. Effect of acute high-intensity intermittent swimming on post-exercise insulin responsiveness in epitrochlearis muscle of fed rats. Metabolism-Clinical and Experimental, 58(2), p. 246-53
- Lacasse Y, Martin S, Lasserson TJ, 2007. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. Eur J Respiratory Physiol, 43(4), p. 475-485.

- Laughlin MH, Roseguini B, 2008. Mechanisms for exercise training-induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: Differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. *J Physiol and Pharmacol*, 59, p. 71-88.
- Lomax M, McConnell AK, 2003. Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200m Swim. *J Sport Sci*, 21(8), p. 659-664.
- Lomax M, McConnell AK, 2009. Influence of prior activity (warm-up) and inspiratory muscle training upon between-and within-day reliability of maximal inspiratory pressure measurement. *Respiration*, 78 (2), p.197-202.
- Maglischo EW, 2003. Swimming fastest. *Human Kinetics*, p. 89-123.
- Mannino DM, Buist AS, 2007. Global burden of COPD: risk factors, prevalence, and future trends. *Lancet*, p. 765-773.
- Martyn JB, Moreno RH, Pare PD and Pardy RL, 1987. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *American Review of Respiratory Disease*, 135(4), pp.919-923.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL, 2000. *Essentials of Exercise Physiology*. 2th ed. Eds: Johnson E, Gulliver K, Lippincott Williams and Wilkins, p.170-205.
- McConnell AK, 2011. *Breathe Strong, Perform Better*. Champaign, USA, Human Kinetics, p. 6-20.
- McConnell AK, Lomax M, 2006. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *J Physiol*, 577(1), p. 445-457.
- Medbo JJ, Tabata I, 1993. Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. *J Appl Physiol*, 75, p. 1654-60.
- Mišić U, Zmogljivost NŠ, Plavalčev MPI, 2013. Effects of inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and sprint swimming performance in young female and male swimmers. *Kinesiologia Slovenica*, 19(1), p. 53-61.
- Mota S, Güell R, Barreiro E, Solanes I, Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Casan P, Gea J, Sanchis J, 2007. Clinical outcomes of expiratory muscle training in severe COPD patients. *Respir Med*, 101(3) p. 516-524.
- Myers J, Ashley E, 1997. Dangerous curves: a perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. *Chest*, 111(3), 787-795.
- Nagle FJ, 1973. *Physiological Assessment of Maximal Performance*. In: *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Eds: Wilmore JH, New York, Academic Press, p. 313-339
- O'Donnell DE, Travers J, Webb KA, 2009. Reliability of ventilatory parameters during cycle ergometry in multicentre trials in COPD. *Eur Respir J*, 34(49), p. 866-874.
- Özdal M, 2012. Çim hokeyi oyuncularında aerobik antrenman programının bazı dolaşım ve solunum parametrelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Özdal M, 2015. Solunum Kaslarına Yönelik Isınma Egzersizlerinin Aerobik ve Anaerobik Güce Etkisi. Doktora Tezi, On dokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdal M, 2016. Acute effects of inspiratory muscle warm-up on pulmonary function in healthy subjects. *Respiratory Physiology Neurobiology*, 227, p. 23-6.
- Özdoğru K, 2018. 10-12 Yaş Grubu Erkek Yüzücülerde 8 Haftalık Dinamik Kor Antrenmanının Bazı Motorik Özellikler ile 100m Karışık Stil Yüzme Performansına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özgür Ş, 2008. Neden Laktat Testi? .<http://www.kondisyoner.net/neden.htm>
- Pacheco BA, 1957. Improvement in jumping performance due to preliminary exercise. *Res Q Exerc Sport*, 28(1), p. 55-63.
- Pardy RL, Reid WD, Belman MJ, 1988. Respiratory muscle training. *Clin Chest Med*, 9(2), p. 287-96.
- Perez HR, Whgand JW, Kowalski A, Smith TK, Otto RM, 1986. Acomparison of Wingate power test to bicycle time trial performance. *Med. Sci Sports Exerc*, 18, p. 1.

- Prince CR, Anisman H, 1984. Acute and chronic stress effects on performance in a forced-swim task. *Behavioral and neural biology*, 42(2), p. 99-119.
- Pyne D, Trewin C, Hopkins W, 2004. Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *J Sports Sci*, 22(7), p. 613-620.
- Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, 2007. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*, 176(6), p. 532-55.
- Reilly T, Eston RG. (Eds.). 2001. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: Tests, procedures and data*. Psychology Press.
- Romer LM, Lovering AT, Haverkamp HC, Pegelow DF, Dempsey JA, 2006. Effect of inspiratory muscle work on peripheral fatigue of locomotor muscles in healthy humans. *J Physiol*, 571(2) p. 425-439.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA, 2002. Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sport Sci*, 20(7), p. 547- 590.
- Romer LM, Polkey MI, 2008. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol*, 104(3), p. 879-888.
- Roussos C, Fixley M, Gross D, Macklem PT, 1979. Fatigue of inspiratory muscles and their synergic behavior. *J. Appl Physiol*, 46(5), 897-904.
- Roussos C, Grassino A, Macklem PT, 1980. Inspiratory muscle fatigue and acute respiratory failure. *CMAJ*, 122(12), p. 1375-1377.
- Saicaors M, 1987. Comparison of responses to weight training in pubescent boys and men. *J Sport Med Phys Fitness*, 27(1) p. 30-37.
- Santos MLM, Rosa BD, Ferreira CR, Medeiros AA, Batiston AP, 2012. Maximal respiratory pressures in healthy boys who practice swimming or indoor soccer and in healthy sedentary boys. *Physiother Theory Pract*, 28(1), p. 26-31.
- Sevim Y, 1997. *Antrenman Bilgisi*. Ankara, Tütibay Ltd. Şti, s. 31.
- Sheel A, Derchak WP, Morgan AB, Pegelow JDF, Jacques AJ, Dempsey JA, 2001. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *The Journal of Physiology*, 537(1), p. 277-289.
- Sheel AW, 2002. Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Med*, 32(9), p. 567- 581.
- Shen CP, Tsimberg Y, Salvadore C, Meller E, 2004. Activation of Erk and JNK MAPK pathways by acute swim stress in rat brain regions. *BMC neuroscience*, 5(1), p. 36.
- Smith DA, O'Donnell TV, 1984. The Time Course During 36 Weeks' Endurance Training of Changes in V_{O2} max. and Anaerobic Threshold as Determined With a New Computerized Method. *Clinical Science Colch*, 67(2), p. 229-36.
- Sönmez GT, 2002. *Egzersiz ve spor fizyolojisi*. Ankara, Ata Ofset Matbaacılık, 23.
- St Croix CM, Morgan BJ, Wetter TJ, Dempsey JA, 2000. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans. *The Journal of Physiology*, 529(2), p. 493-504.
- Şahin M, 2005. *Beden eğitimi ve spor sözlüğü*. İstanbul, Yayıncılık Matbaası, s. 221.
- Thompson J, 1997. The repeatability of the measurement of aerobic power in man and factors affecting. *Q J Exp Physiol*, 62, p. 83-97.
- Tong TK, Fu FH, Chung PK, Eston R, Lu K, Quach B, Nie J, So R, 2008. The effect of inspiratory muscle training on high-intensity, intermittent running performance to exhaustion. *Applied Physiology, Nutr Metab*, 33(4), p. 671-681.
- Tong TK, Fu FH, Eston R, Chung PK, Quach B, Lu K, 2010. Chronic and acute inspiratory muscle loading augment the effect of a 6-week interval program on tolerance of high-intensity intermittent bouts of running. *J Strength Cond Res*, 24(11), p. 3041-3048.

- Volianitis S, McConnell AK, Jones DA, 2001. Assessment of maximum inspiratory pressure. *Respiration*, 68(1), p. 22-27.
- Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, and Jones DA. 2001. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 803-809.
- Vural M, Özdal M, Pancar Z, 2019. Effects of inspiratory muscle training on respiratory functions and respiratory muscle strength in Down syndrome: A preliminary study. *Isokinetics and Exercise Science*, p. 1-6.
- Walsh ML, Banister EW, 1988. Possible mechanisms of the anaerobic threshold. *Sports Medicine*, 5(5), p. 269-302.
- Wasserman K, McIlroy MB, 1964. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American Journal of Cardiology*, 14(6), p. 844-852.
- Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL, 1973. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol*, 35, p. 236-243.
- Weineck J, 1998. Sporda İşlevsel Anatomi. Ankara, Bağırğan Yayınevi.
- Weineck J, 2002. Sporda Fonksiyonel Anatomi. İstanbul, Birol Yayın Ltd. Şti, s. 49-52.
- Wilmore JH, Costill DL, 1994. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign IL, Human Kinetics, p. 207.
- Witt JD, Guenette JA, Rupert JL, McKenzie DC, Sheel AW, 2007. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol*, 584(3), p. 1019-1028.
- Yıldız Y, Akkurt S, Genç U, Yağmur H, Kalyon TA, 1998. Laktat eşiği sonrası kullanılan enerji miktarı ile anaerobik kapasite arasındaki ilişki. *Spor Hekimliği Dergisi*, 33 (4), s. 163-172.
- Yılmaz F, 2001. *Beden Eğitimi ve Sporda Temel İlkeler*. Bursa, Ekin Kitabevi.
- Yılmaz ÖF, Özdal M, 2009. Acute, chronic, and combined pulmonary responses to swimming in competitive swimmers. *Respiratory physiology & neurobiology*, 259, p. 129-35.
- Yoshitake Y, 1990. Effects of Endurance Training on Blood Lactate, Plasma Noradrenaline, Heart Rate, and Systolic Blood Pressure at Submaximal Exercise. *Nippon Eiseigaku Zasshi*, 45 (5), p. 971-9.
- Zareian P, Karimi MV, Dorneyani G, 2011. The comparison of the effects of acute swimming stress on plasma corticosterone and leptin concentration in male and female rats. *Acta Medica Iranica*, 49(5), p. 284..

7. EKLER

Ek 1. Turnitin Raporu

YÜZÜCÜLERDE FARKLI KAPSAM VE ŞİDDETLERDE UYGULANAN İNŞPİRATUAR KAS EGZERSİZİNİN KAN LAKTAT DÜZEYİNE AKUT ETKİSİ

ORIJINALLIK RAPORU

%9 BENZERLİK ENDEKSİ	%8 İNTERNET KAYNAKLARI	%1 YAYINLAR	%5 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	----------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Gaziantep Aniversitesi Öğrenci Ödevi	%2
2	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	%1
3	atletik.org İnternet Kaynağı	%1
4	Submitted to Selçuk Üniversitesi Öğrenci Ödevi	%1
5	acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
6	www.sporbilimleri.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	isfaw2018.isfaw.org İnternet Kaynağı	<%1
8	wcssr.org İnternet Kaynağı	<%1