

Field : Sport Sciences

Type : Research Article

Received: 29.06.2017 - *Corrected*: 16.11.2017 - *Accepted*: 19.11.2017

Sporcularda Yükseklik Antrenman Maskesinin Anaerobik Performans ve Solunum Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi

Oğuzhan YÜKSEL, Yağmur AKKOYUNLU, Harun KOÇ

Dumlupınar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Kütahya, TÜRKİYE

E-Posta: oguzhan.yuksel@dpu.edu.tr

Öz

Amaç: Takım sporlarıyla uğraşan erkek sporcuların (hipoksik maske) yükseklik antrenman maskesinin anaerobik performans ve solunum parametrelerine etkisinin belirlenmesidir. Materyal ve Yöntem: Araştırmamıza yükseklik simülasyon edici maske (hipoksik maske) kullanarak antrenman yapan deney (n=14; boy 178,87 ± 6,21 cm, vücut ağırlığı 78,77 ± 9,04 kg, yaş 21,42 ± 1,78 yıl) grubu yer alırken yükseklik simülasyon edici maske kullanmadan antrenman uygulayan kontrol (n=14, boy 178,23 ± 7,4 cm, vücut ağırlığı 74,25 ± 7,92 kg, yaş 20,71 ± 1,43 yıl) grubunda çalışmaya katılmıştır. Katılımcılar ilk dört haftada maksimum kalp atım sayılarının %70 'i ile 45 dakikalık koşu ve daha sonra ikinci dört haftalık antrenman periyodunda maksimum kalp atım sayılarının %85 'i ile 15 dakikalık 3 seri halinde koşu programı uygulanmıştır. Her iki haftada bir maskelerde yer alan sanal yükseklik hava ayarları değiştirilerek farklı yükselti etkisi oluşturulmuştur. Anaerobik güç bisiklet ergometresinde (Monark 894E, Peak Bike, Sweden) Wingate Testi ile tespit edilirken akciğer solunum kapasiteleri spirometre ile zorlu vital kapasite (FVC), zorlu ekspirasyon hacmi bir saniye (FEV) ve (VC) vital kapasite değerlendirilmiştir. Anaerobik güç ve akciğer solunum kapasiteleri için iki yönlü varyans analizi (two-way repeated measures of ANOVA) yapıldı. Bulgular: Anaerobik güç ve akciğer solunum kapasitelerinde her iki grupta ön-son test dereceleri sonucunda; power-mass (Watt/kg)(grup×zaman) değerlerinde etkin artış görülmektedir(p < 0,05). Grup farkı gözardı edildiğinde yükseklik simülasyon edici maske kullanarak antrenman yapanlarda (VC; lt) vital kapasite değerlerinde anlamlı değişim gözlenmiştir (P < 0,05). Sonuçlar: Sonuç olarak yükseklik simülasyon edici maske kullanan sporcularda vital kapasitelerinde artış olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik Güç, Yükseklik Antrenman Maskesi, Vital Kapasite



Investigation of the Effects of Elevation Training Mask on Aerobic and Anaerobic Performance in Athletes

Abstract

The aim of this study was to determine effects of elevation training mask on respiratory parameters and anaerobic performance in team sports players. While 14 participants in test group used elevation training mask in trainings, 14 participants in control group not used elevation training mask in trainings. All participants run 45 minutes with 70% of their maximum heart rate at first four- week training periods and then all participants run 15 minutes with three sets with 85% of their maximum heart rate at seconds four-week training periods. Every 2 weeks masks elevation adjust different levels. All participants anaerobic power and capacity values was measured by Wingate test. Participants' respiratory capacity, forced vital capacity (FVC), forced expiration volume (FEV), and vital capacity (VC) was measured with spirometer. Two-way repeated measures of ANOVA was used anaerobic power and respiratory capacity. Efficient increase was found in power-mass (Watt/kg) values groupXtime interaction in first-last tests of anaerobic power and respiratory capacity ($p < 0,05$). Increase was not found in power peak (Watt), power average (Watt), FVC (liter), FEV (liter), VC (liter) values groupXtime interaction in first-last tests of anaerobic power and respiratory capacity ($p > 0,05$). But, when group differences were neglected, elevation training mask group's VC values increased significantly ($p < 0,05$). As a result, there is an increase in the vital capacities of the athletes using elevation training masks.

Keywords: Anaerobic Power, Elevation Training Mask, Vital Capacity



Giriş

Organizmanın ideal bir kardiyopulmoner dayanıklılık özelliği, oksijen alımı, taşınması ve tüketilmesi yeteneklerinin gelişmişliği ile ilişkilidir. Bu fizyolojik özelliklerin geliştirilmesinde uygulanan antrenman ya da egzersiz yöntemleri ile birlikte seçilen makro çevresel koşullar oldukça önemlidir (Altan ve ark.,2008). Çoğu zaman göz ardı edilse de sporcular ve sedanter bireylerde solunum sistemin dayanıklılık performansı üzerinde kısıtlayıcı bir faktör olduğu bildirilmiştir (Boutellier ve ark.,1992a, Boutellier ve ark.,1992). Bu doğrultuda atletik performansın artırılması için çeşitli antrenman metotları farklı çalışmalarda değerlendirilmiştir. Yükselti antrenmanları ve solunum kas çalışmaları (respiratory muscle training (RMT)), atletik performansın artırılmasında etkili olduğu düşünülen iki metottur (Porcari ve ark.,2016). Yükseklik antrenmanları genel olarak üç farklı yöntem tercih edilir. Bunlar, yüksekte yaşa-yüksekte antrenman, yüksekte yaşa-düşük yükseltide antrenman ve düşük yükseltide yaşa-yüksekte antrenman formlarıdır (Millet ve ark., 2010). 1990'lı yıllardan itibaren yükseltide yaşa-düşük yükseltide antrenman ("Living high-training low" LHTL) yap yaklaşımı sportif performansın gelişiminde daha etkili olduğu ileri sürülmüştür (Levine ve ark., 2006). Genel olarak üç farklı yükselti antrenman yönteminden bahsedilse de genel olarak "yüksekte yaşam-alçakta antrenman" ("Living high-training low" LHTL) yaklaşımının diğer yükselti antrenmanlarından daha üstün olduğu bildirilmiştir (Levine, & Stray-Gundersen,1997; Stray-Gundersen ve ark.,2001). Son yıllarda ise fiziksel performans üzerindeki etkilerinden dolayı yükselti antrenmanlarının simüle edilmesini içeren farklı cihazlar ya da yöntemler kullanılmaya başlanmış ve bu sayede yüksek irtifa antrenmanlarının etkisi yaratılmaya çalışılmıştır (Biggs ve ark.,2017).

Yüksek irtifanın (altitude) etkilerini simüle (simulate) ettiği ileri sürülen hava akışını valfler yoluyla kısıtlayan antrenman maskeleri (Elevation Training Mask 2.0 (ETM)) son dönemde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Motoyama ve ark.,2016). ETM burun ve ağız bölgesini kapatan ve farklı boyutlarda hava akışını sınırlayan valflere sahiptir. Bu valfler solunum direncini artırmak amacıyla ayarlanabilir ve böylece maske solunumu zorlaştırır. Bu ise ETM ile 914m ile 5486 m arasında değişen yükseltilerin simüle edilebileceği anlamına gelir. Ayrıca maskenin dayanıklılık ve VO₂maks özelliklerini geliştireceği ve akciğer fonksiyonlarını geliştirebileceği öne sürülmüştür (Porcari ve ark.,2016).Sonuç olarak, 10.000 metreye kadar yükseltinin yapay olarak sağlanabildiği yükselti odalarının oluşturulması, farklı branşlardaki sporculara bu tür uygulamaların yapılabilmesine olanak tanımakta ve doğal yükseltide oluşan hava şartlarının (sıcak, kuru, soğuk vb.) olumsuz etkisi en aza indirilebilmektedir (Cerrah,2010). Bu kapsamda ticari olarak üretilen ve kullanımı yaygınlaşan "yükseklik antrenman maskeleri" (ETM) ile sporcuların fiziksel ve fizyolojik performans üzerine etkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır (Granados,2014). Kullanılan yükseklik antrenman maskelerinin inspirasyon esnasında belirli bir hava direnci sağlayarak akciğerleri ve diyaframı güçlendirdiği ileri sürülmüştür (Springer,2014,Training Mask,2015). Ancak literatürde konu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunması (Granados, 2014) bu maskelerin kullanımının sportif performans üzerine olası etkilerinin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Yükseklik antrenman maskesi kullanımının sporcuların fiziksel ve fizyolojik performansları üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



Materyal ve Yöntem

Bu çalışmaya erkek sporculardan 18 yaş ve üzeri takım sporuyla uğraşan 28 gönüllü katılımcı (14 kontrol, 14 deney) yer almıştır. Deney grubunda yer alan katılımcıların 14'ü yükseklik simülasyon edici maske kullanarak antrenman uygularken kontrol grubunda yer alan katılımcılar ise deney grubunun uyguladığı antrenman programını yükseklik simülasyon edici maske kullanmadan gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılara uygulanan testlerin sağlık açısından herhangi bir sakıncasının bulunmadığı dair bilgi verilerek ve asgari bilgilendirilmiş gönüllü olur form onamları alınarak uzman hekim gözetiminde testlere gönüllü katılım sağlanmıştır. Ölçümlerden önce 10 dakika ısınma uygulanmıştır. Ölçümler sürecinde katılımcılar test aralarında tam dinlenme sağlanmıştır. Ayrıca çalışmanın tüm aşamalarında 'Helsinki Deklarasyonuna' itina ile uyulmuştur. Bu çalışma üniversite destekli 2015-17 nolu bilimsel araştırma projesi olarak tamamlanmıştır.

Katılımcılar

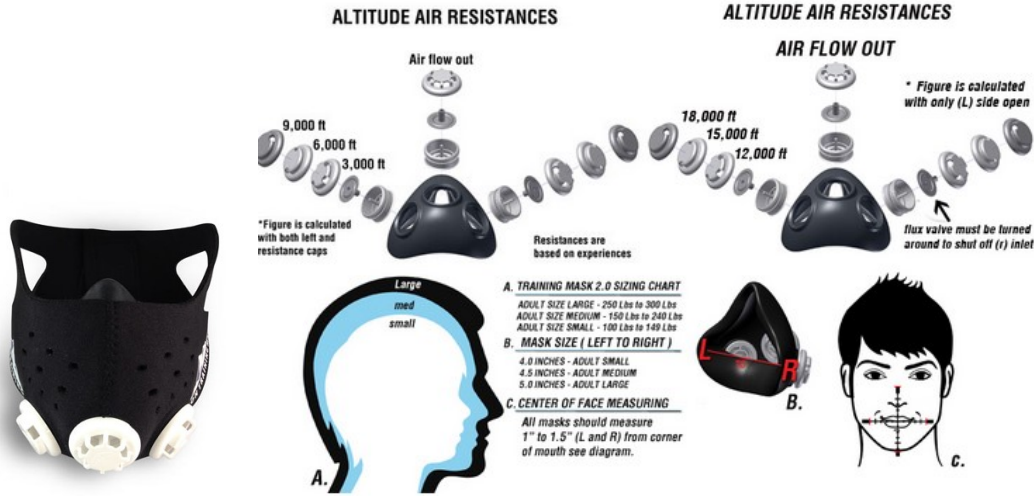
Deney grubunda yer alan katılımcıların 14'ü yükseklik simülasyon edici maske kullanarak antrenman yapan deney (boy değerleri (n=14) $178,87 \pm 6,21$ cm, vücut ağırlığı (n=14) $78,77 \pm 9,04$ kg, yaş (n=14) $21,42 \pm 1,78$ yıl) grubunda yer alırken, diğer 14 katılımcı ise yükseklik simülasyon edici maske kullanmadan antrenman uygulayan kontrol (boy değerleri (n=14) $178,23 \pm 7,4$ cm, vücut ağırlığı (n=14) $74,25 \pm 7,92$ kg, yaş (n=14) $20,71 \pm 1,43$ yıl) grubunda çalışmaya katılmıştır.

Ölçüm Yöntemleri

Vücut Ağırlığı: Katılımcıların standart spor kıyafetleri içerisinde (şort ve atlet), çıplak ayakla, dik pozisyonda ± 100 gr hata ile baskülde (Tanita TBF 401 A Japan) vücut ağırlığı ölçülmüştür.

Boy: Boy uzunluğu ölçümünde Holtain Limited marka boy ölçü aleti ile denekler çıplak ayak ve minimal giysi ile ayakta dik pozisyonda dururken, ayak topukları bitişik, baş dik ve gözler karşıya bakar durumda skalanın üzerinde kayan kaliper deneğin kafasının üzerine dokunacak şekilde ayarlanıp ve okunup kaydedildi.

Anaerobik Güç Ölçümü: Anaerobik güç ve kapasite bilgisayar bağlantılı bisiklet ergometresinde (Monark 894E, Peak Bike, Sweden) Wingate Testi ile belirlenmiştir. Wingate testi belirli bir dış dirence karşı 30 sn süre ile mümkün olan en yüksek hızda pedal çevirmekten ibarettir. Gönüllü katılımcılara test hakkında bilgi verildikten sonra teste başlamadan önce, bisiklet 60-70 W iş yükünde, 60-70 devir/dk pedal hızında 5 dakika ısınma protokolü uygulanmıştır. Isınma protokolü sonrasında 5 dakikalık pasif dinlenme verilmiştir. Isınma sonrasında her katılımcı için sele ve gidon ayarı yapıp, ayaklar klipsler yardımıyla pedala sabitlenmiştir. Katılımcıların vücut ağırlığının %7,5'ine karşılık gelen ağırlık test sırasında uygulanacak dış direnç olarak bisiklet ergometresinin kefesine yerleştirildikten sonra test başlatılmıştır. Gönüllü katılımcıların dirençsiz olarak mümkün olan en kısa zamanda en yüksek pedal hızına ulaşmaları ve pedal hızı 150 devir/dk'ye ulaştığında kefe otomatik olarak inerek test başlamıştır. Bu protokol testin yazılımından programlanmıştır. Gönüllü katılımcılar dış dirence karşı 30 saniye boyunca en yüksek hızda pedal çevirmişlerdir. Katılımcılar test boyunca sözel olarak motive edilmiştir. Test sırasındaki güç parametrelerine ait bilgi RS 232 bağlantısıyla bilgisayardaki yazılım programına aktarıldı. Tüm güç parametreleri yazılım programı tarafından hesaplanmıştır (Coppin.ve ark., 2012).



Şekil 1. Yükselti Antrenman Maskesi

Akciğer Kapasitelerinin Ölçümü: Akciğer fonksiyonlar taşınabilir spirometre . (MIR - Medical International Research Minispir- Italy) ile uzman kişi tarafından ölçülmüştür. Katılımcılar maksimum ekspirasyon yaparak testi gerçekleştirmişlerdir. Bu protokol üç defa tekrar edilerek gerçekleştirilecektir. Testin sonunda maksimum inspirasyon ve ekspirasyon yapıp yapılmadığı sorulmuştur. Bu testlerden sonra sırasıyla zorlu vital kapasite (FVC) zorlu ekspirasyon hacmi bir saniye (FEV) ayrıca (VC) vital kapasite değerlendirilmiştir. Her bir parametre üç defa ölçülerek en iyi sonucun seçilerek kayıt altına alınmıştır. Katılımcılardan ilk antrenman öncesi anaerobik güç değerleri ve akciğer kapasiteleri tespit edilmiştir. 8 hafta sonrasında yukarıda belirtilen ölçümler tekrar değerlendirilmiştir (Marangoz ve ark.,2016).

Deney ve kontrol grubunda yer alan gönüllü katılımcılar ilk dört haftalık periyotta maksimum kalp atım sayılarının %70 'i ile 45 dakikalık koşu ve daha sonra ikinci dört haftalık antrenman periyodunda maksimum kalp atım sayılarının %85 'i ile 15 dakikalık 3 seri halinde koşu programı uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılar sekiz haftada 24 antrenman birimi yapılmıştır. Antrenmanın uygulandığı yükseklik (rakım) 970 metredir. Antrenmanın yapıldığı yükseklik göz önünde bulundurularak ilk iki haftada maskede yer alan sanal yükseklik hava ayarları 3000 ft'e (914 metre yüksekli seviyesi) ayarlandı (rakım; 970 m + hipoksi maskesinin yükselti seviyesi; 914 m = toplam 1884 m). İkinci haftanın sonundan itibaren altı haftalık süreçte maskede yer alan sanal yükseklik hava ayarları 6000 ft'e (1828 metre yüksekli seviyesi) ayarlandı (rakım; 970 m + hipoksi maskesinin yükselti seviyesi; 1828 m = toplam 2798 m). Hipoksi maskelerini deney grubu sekiz hafta boyunca yukarıda belirtilen antrenman protokolünde kullanmışlardır. Sekiz haftalık antrenman sürecinin başında ön test, antrenman sonrasında son test ölçümleri alınmıştır.

İstatistik Analiz

Anaerobik güç ve akciğer solunum kapasiteleri için iki yönlü varyans analizi (two-way repeated measures of ANOVA) yapıldı. Tüm istatistiksel analizler SPSS programı ile 0,05 seviyesinde hesaplanmıştır.



Bulgular

Deney (yükseklik simülator edici maske kullanan antrenman grubu) ve kontrol (yükseklik simülator edici maske kullanılmayan antrenman grubu) grubunda yer alan katılımcıların akciğer fonksiyon kapasite sonuçlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri tablo 1’de gösterilmiştir. Yapılan tekrarlı ölçümler için iki yönlü varyans analizi (two-way repeated measures of ANOVA) sonucunda, deney (antrenman maskesi kullanan) ve kontrol (antrenman maskesi kullanmayan) grubunda yer alan katılımcıların VC (Vital Kapasite) ($F=3,056$; $p > 0,05$) ön test ve son test değerleri arasında Grup \times Zaman etkileşimi anlamsız bulunmuştur. Grup farkı gözardı edildiğinde sporcuların ön test-son test değerleri arasında ise anlamlı farka rastlanmıştır ($F=6,265$; $p < 0,05$). Maske kullanan antrenman grubunun VC değerlerinde anlamlı değişim gözlenmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Akciğer Fonksiyon Kapasite Değerlerine Ait Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Deney Grubu	N	Ön test (Ortalama \pm Ss)	Son test (Ortalama \pm Ss)	Grup \times Zaman (F)	Ölçümler Ön Test – Son Test (F)
VC Vital Kapasite;lt	Antrenman Maskesi Kullananlar	14	5,41 \pm 0,743 lt	5,93 \pm 0,821 lt	3,056	6,265*
	Antrenman Maskesi Kullanmayanlar	14	5,94 \pm 0,508 lt	6,03 \pm 0,769 lt		
FVC Zorlu Vital Kapasite;lt	Antrenman Maskesi Kullananlar	14	5,76 \pm 0,649 lt	5,85 \pm 0,800 lt	3,190	0,485
	Antrenman Maskesi Kullanmayanlar	14	5,61 \pm 0,643 lt	5,80 \pm 0,604 lt		
FEV ₁ Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm;lt	Antrenman Maskesi Kullananlar	14	5,00 \pm 0,520 lt	4,94 \pm 0,597 lt	0,008	0,678
	Antrenman Maskesi Kullanmayanlar	14	4,80 \pm 0,368 lt	4,87 \pm 0,420 lt		

Yapılan tekrarlı ölçümler için iki yönlü varyans analizi (two-way repeated measures of ANOVA) sonucunda, deney (Antrenman Maskesi Kullanan) ve kontrol (Antrenman Maskesi Kullanmayan) grubunda yer alan katılımcıların FVC (Zorlu Vital Kapasite) ($F=3,190$; $p > 0,05$) ; FEV₁ (Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm) ($F=0,008$; $p > 0,05$) ön test ve son test değerleri arasında Grup \times Zaman etkileşimi anlamsız bulunmuştur. Aynı zamanda grup farkı gözardı edildiğinde sporcuların FVC (Zorlu Vital Kapasite & $F=0,485$; $p > 0,05$) ; FEV₁ (Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm;lt & $F=0,678$; $p > 0,05$) ön test-son test değerleri arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.



Tablo 2. Katılımcıların Anaerobik Güç Kapasite Değerlerine Ait Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Değişkenler	Deney Grubu	N	Ön test (Ortalama ± Ss)	Son test (Ortalama ± Ss)	Grup × Zaman (F)	Ölçümler Ön Test – Son Test (F)
Power/mass- Watt/kg	Antrenman Maskesi Kullananlar	14	7,37 ± 0,699	7,76 ± 0,633	8,504*	2,314
	Antrenman Maskesi Kullanmayanlar	14	8,18 ± 0,611	8,06 ± 0,552		
Power peak- Watt	Antrenman Maskesi Kullananlar	14	866,5 ± 147,87	945,78 ± 154,16	0,054	14,773*
	Antrenman Maskesi Kullanmayanlar	14	840,07 ± 119,78	910,28 ± 106,1		
Power Average-Watt	Antrenman Maskesi Kullananlar	14	584,64 ± 69,67	601 ± 64,74	2,098	0,864
	Antrenman Maskesi Kullanmayanlar	14	588,92 ±61,68	592,5 ± 48,09		

Deney (Yükseklik simülör edici maske kullananılan antrenman grubu) ve Kontrol (Yükseklik simülör edici maske kullanılmayan antrenman grubu) grubunda yer alan katılımcıların anaerobik güç kapasite değerlerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri tablo 2’de gösterilmiştir. Yapılan tekrarlı ölçümler için iki yönlü varyans analizi (two-way repeated measures of ANOVA) sonucunda, deney (Antrenman Maskesi Kullanan) ve kontrol (Antrenman Maskesi Kullanmayan) grubunda yer alan katılımcıların power/mass (watt/kg) (F=8,504; p < 0,05) ön test ve son test değerleri arasında Grup×Zaman etkileşimi anlamlı bulunmuştur. Grup farkı gözardı edildiğinde sporcuların ön test-son test değerleri arasında ise anlamlı farka rastlanmamıştır (F=62,314; p > 0,05). Anaerobik güç power/mass değeri antrenman periyodu sonunda zamana bağlı olarak değişim göstermiştir. Katılımcıların power peak (watt) (F=0,054; p > 0,05); power average (watt) (F=2,098; p > 0,05) ön test ve son test değerleri arasında Grup×Zaman etkileşimi anlamsız bulunmuştur. Grup farkı gözardı edildiğinde sporcuların ön test-son test değerleri arasında anlamlı farka rastlanmıştır (F=14,773; p < 0,05). Maske kullanan antrenman grubunun anaerobik güç çıktılarında power peak değerinde anlamlı değişim gözlenmiştir. Ancak grup farkı gözardı edildiğinde sporcuların power average (watt) ön test-son test değerleri arasında ise anlamlı farka rastlanmamıştır (F=0,864; p > 0,05).

Tartışma ve Sonuç

Hipoksik antrenman uygulamalarının düşük maliyetlerle sporculara sunulması amacıyla üretilen yükseklik antrenman maskelerinin (hipoksik maske) etkisine yönelik araştırmamızda Maske kullanan antrenman grubunun VC değerlerinde anlamlı değişim gözlenirken FVC (Zorlu Vital Kapasite) ve FEV1 (Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm) sonuçlarında anlamlı değişime rastlanmamıştır. Anaerobik güç ele alındığında, yükseklik antrenman maskesi kullananlarda (hipoksik maske) power-mass (watt/kg) değerleri antrenman sürecine bağlı olarak artış tespit edilmiştir. Her iki grubun peak power (watt) sonuçları başlangıca göre anlamlı artış sergilemiştir.



Meeuwsen ve arkadaşlarının deniz seviyesinde hypoxia grubu 2500 m simüle ederek maksimum kalp atım sayısının %60-70 ile 10 gün boyunca her gün iki saat boyunca erkek atletlere bisiklet ergometresi üzerinde antrenman uygulayarak yapmış olduğu çalışmada W max absolute (W;p < 0,05) ve W max relative (W.kg-1; p < 0,01) değerlerinde anlamlı artış tespit etmişlerdir(Meeuwsen ve ark., 2001). Hamlin ve arkadaşlarının aşağıda yaşa-yukarıda antrenman uygulamaya yönelik dayanıklılık ve anaerobik bisiklet performansına yönelik yapmış olduğu çalışmada maksimum kalp atım sayısının %60-70 ile 10 gün boyunca her gün 90 dakika dayanıklılık antrenmanını takiben 30 saniye wingate testi uygulanmıştır. Yedi sporcu kontrol grubu olarak normal gaz karışımı ile antrenmana katılırken dokuz sporcu aralıklı hipoxia antrenmanı uygulamışlardır. Hipoxia antrenmanına dahil olan sporcularda 30 s wingate değerlerinde artış görülmüştür (Hamlin ve ark.,2010). Hendriksen ve meewsun'un deniz seviyesinde hipobarik chamberon aralıklı yüklenmelerle 10 gün boyunca 2500 m simüle edildiği antrenman programı sonunda maksimal power output(W max) %5,2, anaerobik mean power %4,1 ve anaerobik peak power da ise %3,8 lik bir artış gerçekleştiğini belirtmiştir (Hendriksen ve ark.,2003). Yukarıda belirtilen literatür çalışmalarına göre hipoksik ortamlarda uygulanan antrenmanlarda anaerobik güç değerlerinde anlamlı değişimler olduğu görülmektedir. Bu değişimler çalışmamızla paralellik arz etmektedir.

Alvarez-Herms ve arkadaşlarının farklı hipoksi seviyelerinde maksimal anaerobik kapasitelere yönelik sekiz birey üzerinde uyguladıkları çalışmada normal ve orta düzeyde hipoksi seviyelerinde ortalama anaerobik güç değerlerinde benzer sonuçlar elde ederken yüksek hipoksi durumunda ortalama güç çıktıkları daha yüksek değerlere sahiptir(p < 0,05)(Álvarez-Herms ve ark.,2015). Seller ve arkadaşlarının ventilatör antrenman maskeleri ile (2750 m) yükseklik simüle edilerek yapmış olduğu çalışmada 19,47 ± 1,22 yaş, 73,2 ± 9,94 kg, 174,79 ± 6,5 cm boy ortalamasına sahip (n=9 maskeli; n=8 kontrol) 17 kişi üzerinde yapmış olduğu çalışmada gruplar arasında anaerobik kapasite, peak power (watt) değerlerinde anlamlı bir değişim elde edememişlerdir(p> 0,05)(Sellers ve ark., 2016). Yukarıda belirtilen literatürle çalışmamız paralellik göstermemektedir. Çalışmamızda peak power (watt) değerlerinde artış görülürken seller ve arkadaşlarının çalışmasında anlamlı değişim olmamaktadır.

Porcari ve arkadaşlarının (n=12 Kontrol; n=12 Yükseklik simüle edici maske) 24 sporcu üzerinde yapmış olduğu çalışmada yükseklik simüle edici maske kullanılan ve maske kullanmayan sporculara 6 hafta boyunca yüksek yoğunlukta interval bisiklet ergometresi antrenmanı uygulamışlardır. Kontrol grubu ile yükseklik simüle edici maske kullananların FVC (Zorlu Vital Kapasite), FEV1 (Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm) ve hemoglobin değerlerinde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir(Porcari ve ark., 2016). Debevec ve arkadaşlarının 18 erkek (n=9 kontrol; n=9 deney) sporcu üzerinde normoxic ve hypoxic dayanıklılık performansları üzerine yapmış oldukları çalışmada FEV1 (Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm) ve FVC (Zorlu Vital Kapasite) değerlerinde anlamlı gelişme olmadığını belirtmektedir(Debevec ve ark.,2010). Yukarıda belirtilen literatürle çalışmamız paralellik göstermektedir. Çalışmamızda FVC (Zorlu Vital Kapasite), FEV1 (Zorlu ekspirasyonun 1. saniyesinde atılan volüm) değerlerinde anlamlı artış olmamakla birlikte VC (vital kapasite) 'de sonuç değer kazanmaktadır. VC kapasitedeki artış antrenman programının etkisinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Sonuç olarak yükseklik simüle edici maskelerle yapılan antrenmanda akciğer ekspirasyon ve inspirasyon kaslarında mekanik gelişim sağladığı düşünülebilir. Yükseklik simüle edici maskelerle yapılan antrenmanın kan gazlarına etkisi konusunda daha kapsamlı bir planlama



yapılarak araştırma bir üst seviyeye taşınabilir. Yükseklik simüle edici maskelerle yapılan farklı antrenman protokollerinin etkisine yönelik çalışmalar tercih edilebilir.



KAYNAKÇA

- Altan, M., Gülyaşar, T., Mengi, M., Metin, G., Yiğit, G., & Çakar, L. (2008). Sıçanlarda Aralıklı Hipobarik Maruziyet ve Normobarik Antrenman Sürecinin Bazı Kan Parametreleri ve Doku Eser Element Düzeyleri Üzerine Etkisi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 39(1), 15-21.
- Álvarez-Herms, J., Julià-Sánchez, S., Gatterer, H., Viscor, G., & Burtscher, M. (2015). Differing levels of acute hypoxia do not influence maximal anaerobic power capacity. *Wilderness & environmental medicine*, 26(1), 78-82.
- Biggs, NC., England, BS., Turcotte, NJ., Cook, MR., & Williams, AL. (2017). Effects of Simulated Altitude on Maximal Oxygen Uptake and Inspiratory Fitness. *International Journal of Exercise Science*, 10(1), 127.
- Boutellier, U., Büchel, R., Kundert, A., & Spengler, C. (1992a). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 65(4), 347-353.
- Boutellier, U., & Piwko, P. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 64(2), 145-152.
- Cerrah, AO.(2010). Physiologic Responses Of Different Aerobic Level Athletes To Altitude Training And Optimum Altitude And Exposing Time. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 1(3): 24-38.
- Coppin, E., Heath, EM., Bressel, E., & Wagner, DR. (2012). Wingate anaerobic test reference values for male power athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 7(3), 232-236.
- Debevec, T., Amon, M., Keramidas, ME., Kounalakis, SN., Pišot, R., & Mekjavic, IB. (2010). Normoxic and hypoxic performance following 4 weeks of normobaric hypoxic training. *Aviation, space, and environmental medicine*, 81(4), 387-393.
- Granados, J., Jansen, L., Harton, H., Kuennen, M. (2014). Elevation Training Mask” Induces Hypoxemia But Utilizes A Novel Feedback Signaling Mechanism. In *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings,USA*.
- Hamlin, MJ., Marshall, HC., Hellemans, J., Ainslie, PN., & Anglem, N. (2010). Effect of intermittent hypoxic training on 20 km time trial and 30 s anaerobic performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(4), 651-661.
- Hendriksen, II., Meeuwssen, T. (2003). The effect of intermittent training in hypobaric hypoxia on sea-level exercise: a cross-over study in humans. *European journal of applied physiology*, 88(4-5), 396-403.
- Levine, BD., Stray-Gundersen, J.(1997). "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *J Appl Physiol* (1985), Jul;83(1):102-112.
- Levine, BD., & Stray-Gundersen, J. (2006). Dose-response of altitude training: how much altitude is enough?, In *Hypoxia and Exercise*, Springer US, 233-247.



- Marangoz, I., Aktug, ZB., Top, E., seyin Eroglu, H., & Akil, M. (2016). The comparison of the pulmonary functions of the individuals having regular exercises and sedentary individuals. *Biomedical Research*, 27(2).
- Meeuwssen, T., Hendriksen, IJ., & Holewijn, M. (2001). Training-induced increases in sea-level performance are enhanced by acute intermittent hypobaric hypoxia. *European journal of applied physiology*, 84(4), 283-290.
- Millet, GP., Roels, B., Schmitt, L., Woorons, X., Richalet, JP. (2010). Combining Hypoxic Methods For Peak Performance. *Sports Med*, Jan 1;40(1):1-25.
- Motoyama, YL., Joel, GB., Pereira, PE., Esteves, GJ., & Azevedo, PH. (2016). Airflow-Restricting Mask Reduces Acute Performance in Resistance Exercise. *Sports*, 4(4), 46.
- Porcari, JP., Probst, L., Forrester, K., Doberstein, S., Foster, C., Cress, ML., Schmidt, K. (2016). Effect of Wearing the Elevation Training Mask on Aerobic Capacity, Lung Function, and Hematological Variables. *Journal of sports science & medicine*, 15(2), 379.
- Sellers, JH., Monaghan, TP., Schnaiter, JA., Jacobson, BH., Pope, ZK. (2016). Efficacy of a Ventilatory Training Mask to Improve Anaerobic and Aerobic Capacity in Reserve Officers' Training Corps Cadets. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 1155-1160.
- Springer, A. (2014). Simulated elevation training increases cardiovascular efficiency. Massachusetts Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering Cambridge, MA, United States, 1-7.
- Stray-Gundersen, J., Chapman, RF., Levine, BD.(2001). "Living High-Training Low" Altitude Training Improves Sea Level Performance in Male and Female Elite Runners. *J Appl Physiol* (1985), Sep; 91(3): 1113-20.
- Training Mask.(2015). "Featured Products" Elevation Training Mask. Training Mask web sitesinden 15 Nisan 2015 tarihinde. <http://www.trainingmask.com> adresinden erişildi.