

Milli Bocce Sporcularında Dört Haftalık Solunum Kası Antrenmanının Solunum Kas Kuvveti, Fonksiyonları ve Performansa Etkisi*

Hilal BAHÇEÇİOĞLU¹ , Bülent YAPICIOĞLU^{2†} 

¹İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İzmir.

²Ege Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İzmir.

Araştırma Makalesi

Gönderi Tarihi: 30.11.2023

Kabul Tarihi: 27.12.2023

DOI: 10.25307/jssr.1398493

Online Yayın Tarihi: 29.02.2024

Öz

Bu çalışmanın amacı dört haftalık solunum kası antrenmanlarının (SKA) erkek bocce volo basamak sporcularında solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve basamak oyunundaki atış-isabet oranına etkisinin araştırılmasıdır. Çalışmaya gönüllü olarak 10 antrenman ve 8 kontrol olmak üzere toplam 18 erkek milli bocce volo basamak sporcusu katıldı. Katılımcıların spirometre cihazı ile solunum fonksiyonları ve solunum kas kuvveti ölçülerek kaydedildi. Optojump cihazı ile anaerobik performans, Yo-Yo IRT1 ile aerobik performansları test edildi. Antrenman grubuna POWERBreathe® cihazı ile dört hafta boyunca SKA uygulanırken, kontrol grubu rutin basamak antrenmanına devam etti. Uygulama sonrası tüm ölçümler tekrarlandı ve kaydedildi. Elde edilen bulgulara göre; antrenman grubuna uygulanan solunum kası antrenmanı sonrası solunum fonksiyonlarının FEV1/FVC, FEF%25-75 ve MVV değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$). Diğer yandan solunum fonksiyonlarının FVC, FEV1 değerlerinde ve solunum kas kuvveti MIP, MEP değerlerinde anlamlı bir farklılık görüldü ($p<0,05$). Benzer şekilde antrenman grubunda aerobik, anaerobik performans ve basamak oyunu atış-vuruş sayısının da anlamlı ölçüde arttığı görüldü ($p<0,05$). Sonuç olarak bocce basamak sporcularında SKA'nın; FVC, FEV1 MIP, MEP değerlerinde, aerobik ve anaerobik performansta aynı zamanda atış vuruş sayısının artışında etkili olduğu gözlemlendi.

Anahtar kelimeler: Bocce volo, Solunum değerleri, Solunum kası antrenmanı, POWERBreathe

The Effect of Four-Week Respiratory Muscle Training in Respiratory Muscle Strength, Functions, and Performance on National Bocce Volo Players

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of four-week respiratory muscle training (RMT) on respiratory functions, respiratory muscle strength, and shot-to-hit ratio in the progressive discipline in male progressive athletes. 10 training group participants and 8 control group participants a total of 18 male national bocce athletes were included in the study. The participants' respiratory functions and muscle strength were measured and recorded with the Spirometer device. Anaerobic performance was tested with the Optojump device, and aerobic performance was tested with the Yo-Yo IRT1. The control group continued their routine progressive training while RMT was applied to the training group with the POWERBreathe® device for four weeks. After the application, all measurements were repeated and recorded. According to the findings obtained, after the respiratory muscle training was applied to the training group, there was no statistically significant difference in the respiratory functions FEV1/FVC, FEF%25-75, and MVV values ($p>0.05$). On the other hand, a significant difference was observed in the FVC, FEV1 values of respiratory functions, and respiratory muscle strength MIP and MEP values ($p<0.05$). Similarly, it was observed that aerobic, anaerobic performance and progressive shot number increased significantly in the training group ($p<0.05$). As a result, RMT in bocce progressive athletes showed that FVC, FEV1, MIP, and MEP values were effective in aerobic, anaerobic performance and increased the number of shots.

Keywords: Bocce volo, Respiratory functions, Respiratory muscle training, POWERBreathe

* Bu araştırma, Bülent Yapıcıoğlu danışmanlığında tamamlanan Hilal Bahçecioğlu'nun lisanüstü tezinden türetilmiştir.

† Sorumlu Yazar: Bülent Yapıcıoğlu, E-posta: bulent.yapicioglu@ege.edu.tr

GİRİŞ

Bocce, metal topu elle atarak palino adı verilen hedef topa yaklaşma veya bir hedef topu vurmaya programlı, kökeni çok eski zamanlara dayandığı bilinen rekabete dayalı bir spor dalıdır (Türkmen, 2011). Bocce, rekreasyonel bir amacı olmakla beraber fiziksel ve zihinsel zorluk barındıran ve kadın erkek her yaş grubuna hitap eden bir branştır (Pagnoni, 2010). Son zamanlarda popüleritesinin artmasıyla beraber, merak uyandıran bocce kendi içinde çeşitli disiplinlere ayrılır. Bunlar; petank, volo, raffa ve çim topudur (Türkmen, 2011). Bocce'nin volo disiplini altında yer alan basamak branşı beş dakika boyunca mekik koşusuna benzer nitelikler taşıyan, yüksek tempoyla yapıldığından dolayı dayanıklılığın ön plana çıktığı bir spor dalıdır (Türkmen, 2011). Öte yandan egzersiz ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve devamını sağlayabilmek için gerekli olan oksijen (O₂) seviyesi, yüksek yoğunluklu egzersiz esnasında kasların O₂ ihtiyacından dolayı artmaktadır. Solunum sisteminin bu ihtiyacı karşılayabilmesi fizyolojik uyum göstermesi ile mümkün olabilir (Åstrand vd., 2003). Solunum aktif bir olaydır ve ilgili en büyük kas diyaframdır. Bu sebeple sporcular, özellikle yoğun egzersiz esnasında diyafram yorgunluğundan ötürü nefes darlığı yaşarlar ve bu da egzersiz performanslarının düşmesine neden olabilir. Solunum kaslarını geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen antrenmanlar, egzersizden kaynaklı yorgunluk oluşma sürecini geciktirerek performansın daha etkili ortaya konmasını sağlayabilir (Romer ve Polkey, 2008). Solunum kası antrenmanları egzersiz sırasında solunum yoğunluğunu mümkün olan en az seviyeye düşürmek (Rozek-Piechura vd., 2020) solunum kaslarının kuvvetini ve aynı zamanda dayanıklılık kapasitesini arttırarak performansı geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır (Sheel, 2002). Aerobik performansın solunum sistemi üzerine etkilerini ortaya koyan pek çok çalışma olmakla birlikte (Amann, 2012; Amonette ve Dupler, 2002) dayanıklılık gerektiren spor branşlarında solunum kaslarının egzersiz sırasında yorgunluğa karşı koyabilme yeteneği önem taşımaktadır (Dinardi vd., 2013). Profesyonel kürek sporcularına 4 hafta süren ve günde 2 kere maksimal inspirasyon basıncı (MIP)'in %50'sine ayarlanarak yaptırılan SKA'nın aerobik performansı olumlu seviyede etkilediği ortaya konulmuştur (Griffiths ve McConnell, 2007). Aerobik performansa olumlu etkisinin yanında SKA'nın benzer şekilde anaerobik performansa olan etkilerine de literatürde rastlamak mümkündür. Bazı araştırmalar profesyonel bisiklet sporcularına MIP'in %50'si ayarlı günde 2 kez ve 6 hafta devam eden SKA'nın, anaerobik çalışma kapasitesini 5 kJ (kilojoule) artırarak, katılımcıların daha yüksek güç çıkışlarını koruyabildiğini ortaya koymuşlardır (Johnson vd., 2007). Günümüze kadar yapılan bazı çalışmalar, SKA'nın yüzme (Kilding vd., 2010), bisiklete binme (Johnson vd., 2007), kürek çekme (Volianitis vd., 2001) veya koşu (Faghy ve Brown, 2017; Lomax vd., 2011) gibi farklı branşlarda performansı iyileştirdiğini ve artan hayati kapasite ve azalan rezidüel hacim gibi pulmoner fonksiyonda değişiklikler meydana getirdiğini göstermiştir (Esposito vd., 2010). Sporcuların performans düzeylerinin ortaya konabilmesi için aerobik ve anaerobik düzeylerinin tespiti önem taşımaktadır. Bir sporcunun, enerji üretiminde kullanılan ATP depolarını yeniden doldurma hızı, kişinin hem aerobik kapasitesi hem de maksimum oksijen tüketimi hızıyla ilişkilidir (Matwejew, 2004). Performans değerlerini ortaya koyabilmek adına aerobik kapasite ölçümünde Yo-Yo IRT 1 (Yo-Yo aralıklı toparlanma testi seviye 1) geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanan bir saha testidir (Krustrup vd., 2006). Anaerobik kapasite ölçümünde dikey sıçrama testi literatürde kabul gören bir testtir (Özkara, 2004). Solunum kas kuvveti maksimal inspirasyon basıncı (MIP), maksimal ekspirasyon basıncı (MEP) ile ifade edilmektedir (Lomax ve McConnell, 2009). Solunum fonksiyon değerleri FVC (zorlu vital kapasite), FE V1 (zorlu

ekspirasyonun ilk saniyesindeki hava hacmi), FEF%25-75 (zorlu ekspirasyonun ortasındaki akım hızı), MVV (maksimum solunum kapasitesi) ile ifade edilmektedir (Mannino vd., 2003). Literatür incelendiğinde SKA'nın bocce branşındaki sporcuların solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti, aerobik ve anaerobik performans düzeyleri, basamak disiplinindeki müsabaka atış/vuruş sayılarına nasıl etki edeceğini gösteren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı erkek bocce volo basamak sporcularında dört haftalık solunum kası antrenmanlarının solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve basamak oyunundaki atış-isabet oranına etkisini ortaya koymaktır.

METOT

Araştırma Modeli

Araştırma antrenman- kontrol gruplarının kullanıldığı, ön test ve son test ölçümlerden oluşan ve randomize kontrollü çalışma tasarımının kullanıldığı deneysel bir araştırmadır.

Evren-Örneklem

Araştırmaya Türkiye adına daha önce yarışmış erkek milli bocce sporcuları dahil edildi. Belirlenen katılımcı sayısı 10 antrenman 10 kontrol olmak üzere 20 sporcudur. Ancak daha sonrasında sakatlık nedeniyle 2 sporcu araştırma dışı bırakılarak çalışma 18 katılımcıyla tamamlanmıştır. Çalışmaya dahil edilecek bireyler belirlenirken antrenman yaşı 5 yılın üzerinde olan, solunum hastalığı bulunmayan, bocce volo disiplininde yarışıp milli olan sporcular değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların fiziksel özellikleri (n=18)

	Grup				t testi	
	Antrenman		Kontrol		t	p
	Ort.	SS	Ort.	SS		
Yaş (yıl)	21,70	3,50	20,10	3,78	0,982	0,339
Boy (cm)	177,00	4,40	176,50	8,50	0,165	0,871
Ağırlık (kilogram)	73,40	11,98	68,80	7,57	1,026	0,318
VKİ (kg/m ²)	23,48	4,06	22,10	2,26	0,94	0,36
VYO (%)	14,64	5,19	13,73	3,36	0,466	0,647

VKİ: vücut kütle indeksi, VYO: vücut yağ oranı, t=bağımsız örneklem t testi

Veri Toplama Araçları

Deneysel Tasarım

Bu tez çalışması, Eryaman Türkiye Olimpiyat Hazırlık Merkezi'nde gerçekleştirildi. Katılımcıların boy, kilo,yağ yüzdesi ölçümleri yapıldıktan sonra uyum seanslarına alındılar. Bu seanslarda her bir katılımcıya solunum fonksiyonları testlerinde nefes kontrollerinin nasıl yapılacağı detaylı bir şekilde açıklandı. Anaerobik kapasite ölçümünde dikey sıçrama testi ve aerobik kapasite ölçümü için Yo-Yo test protokolü anlatıldı (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışmanın akış şeması

1. Uyum seansı	Solunum testleri uygulama anlatımı Sporcu Bilgi Anketi Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	+	Dikey sıçrama ve Yo-Yo testi anlatımı
2. Uyum seansı (Antrenman Grubu)	Solunum kas antrenmanı anlatımı ve POWERBreathe cihazı tanıtımı		
1. Ön Test Günü	Basamak koşusu		
2. Ön Test Günü	Solunum fonksiyonları Solunum kas kuvveti ölçümü	+	Dikey sıçrama ve Yo-Yo aerobik kapasite ölçümü
1. Son Test Günü	Basamak koşusu		
2. Son Test Günü	Solunum fonksiyonları Solunum kas kuvveti ölçümü	+	Dikey sıçrama ve Yo-Yo aerobik kapasite ölçümü

Vücut Kompozisyon Değerlendirmesi

Boy uzunluğu ölçümleri laboratuvar tipi bir ölçüm cihazı olan Seca boy ölçer kullanılarak gerçekleştirildi (Seca 213, USA). Biyoelektrik impedans analizi, vücuda hissedilmeyecek kadar düşük düzeyde elektrik akımı verilerek, vücudun bu akıma gösterdiği direnci (impedans) ölçen bilgi üretme temelli bir doku ölçüm yöntemidir (Mikkola vd., 2020).

Solunum Fonksiyon Testleri

Solunum fonksiyon testi (SFT) belirli bir zaman içinde aldığı ve verdiği havanın hacmi ile akışını bildiren fizyolojik bir testtir. Spirometre genel solunum durumunun değerlendirilmesinde kullanılan en önemli cihazlardan biridir (Miller vd., 2005). Bu test sporcuların solunum parametrelerinin değerlendirilerek, var olabilecek solunum sistemi problemlerini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti dijital spi-rometre (Pony FX Cosmed, Italy) ile değerlendirildi. Sporcular test öncesi ne yapmaları gerektiği hakkında bilgilendirildi. Sporcular test uygulanırken rahat pozisyona geçtiler. Test esnasında sonucun etkilenmemesi adına sporcunun burnu mandalla kapatıldı ve spirometre ağızlığını tamamıyla kenarlarda boşluk kalmayacak şekilde dudaklarıyla kapatmaları istendi. Spirometre ağızlığı takılıyken solunum manevraları uygulanarak testler yapıldı. Sporculara teste adaptasyon sağlayabilmeleri ve test sonuçlarını doğru alabilmek adına test öncesinde deneme yaptırıldı. Her test üç kez uygulanarak en iyi ölçüm skoru kullanıldı ve test tamamlandı (Giatsis vd., 2004). Sporcuların solunum fonksiyonlarını değerlerini saptamak için zorlu vital kapasite manevrası ve maksimal dakika ventilasyon testi kullanıldı (Lomax ve McConnell, 2009). Zorlu vital kapasite manevrası sırasında sporcudan önce derin bir nefes alması, nefesini alabildiği son noktada tutması ve ardından akciğerindeki tüm havayı hızlı, kuvvetli bir şekilde üfleme sonrasında en son noktada tekrar derin bir nefes alması istendi (Lomax ve McConnell, 2009). Test sonucunda elde edilen değerler; zorlu vital kapasite (FVC), 1. saniye zorlu ekspirasyon hacmi (FEV1), FEV1/FVC, ve zorlu ekspirasyon ortası akım hızı (FEF25-75) kaydedildi (Lomax ve McConnell, 2009). Maksimal dakika ventilasyon (MVV) testi uygulamasında sporcuya 12 saniye sürecek şekilde derin, kuvvetli ve hızlı bir biçimde arka arkaya nefes alıp vermesi söylendi. Test sonunda ise yaptırılan uygulamanın solunumsal alkalozu sebep olmasını önlemek adına sporcunun birkaç saniye nefesini tutması istendikten sonra MVV değeri elde edildi ve kaydedildi (Hall ve Guyton, 2001). Solunum kaslarının kuvvet değerlerini saptamak adına maksimum inspiratuar basınç (MIP) ve maksimum ekspiratuar basınç (MEP) testleri uygulandı. MIP testi için sporcunun öncelikle akciğerinde var olan tüm havayı boşaltması, ardından derin ve şiddetli bir tam nefes alması; MEP testi için akciğerlerinin tümünü havayla

doldurup ardından akciğerlerindeki havayı tamamen boşaltması; takiben derin, ve şiddetli bir tam nefes alması istenerek sonuçlar kaydedildi (Lomax ve McConnell, 2009).

Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi (Yo-Yo IRT 1)

Katılımcıların aerobik kapasite düzeylerini ölçmek için Yo-Yo IRT 1 testi uygulandı. Test öncesi test esnasında yapmaları gerekenler hakkında bilgilendirme yapıldı. Katılımcılardan her bir koşu esnasında bip sesini duymadan önce belirlenmiş olan başlangıç ve bitiş çizgisine ulaşarak çizgilerde beklemeleri söylendi. Tükenme noktasına geldiğinde veya iki defa bip sesini belirlenen sürede yetişememesi durumunda test sonlandırıldı (Castagna vd., 2006).

Dikey Sıçrama ve Anaerobik Güç Testi

Dikey sıçrama testinde OptoJump cihazı kullanıldı. Test eller belde ayaklar birbirine paralel ve dizleri minimal düzeyde kırarak dik bir şekilde yerle en az temas süresini sağlayarak mümkün olduğunca zıplayabileceği en yükseğe sporcuyu sıçratarak yaptırıldı. Katılımcı testi iki defa tekrarlanmış ve en iyi sıçrama yüksekliği optojump ekranında bakılarak cm cinsinden yazılmıştır.

Solunum Kası Antrenmanları

Antrenman grubuna (10) POWERBreathe cihazı ile uygulanan antrenman tipik olarak, günde iki kez 30 kez tekrarlanan, bireyin maksimum inspiratuar ağız basıncının (MIP) ~%50'sinde açılacak şekilde ayarlanmış kapalı bir cihaza karşı nefes alıp vermeyi içerir. Antrenman grubuna SKA için, 10-250 cmH₂O basınç ayarlı, farklı kademelere sahip POWERBreathe® Classic HR (IMT Technologies Ltd. Birmingham, UK) cihazı kullanıldı. POWERBreathe® cihazı MIP değerinin %50'sine (Nepomuceno Júnior vd., 2016) ayarlanarak haftalık bir kademe (10 cmH₂O) (McConnell ve Romer, 2004) artırımla beraber sabah ve akşam aynı antrenman saatinde olması sağlanarak haftada 5 gün tekrarlanarak günde 2 kez yapılan antrenman 4 hafta boyunca sürdürüldü (Nepomuceno Júnior vd., 2016). Her antrenman biriminde sporcu 30 adet soluk alıp verdi ve günde 60 solunum döngüsüne ulaştı. Antrenman grubu SKA yaparken kontrol grubu çalışmadan önce belirlenen rutin basamak antrenman programını uygulamaya devam etti.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada elde edilen istatistik analizler için SPSS 25.0 kullanıldı. Shapiro-wilk testi ile normal dağılım kontrolü yapıldı. Verilerde normal dağılım ile ilgili bir problem gözlenmedi. Veriler normal dağılım gösterdiğinden dolayı tekrarlayan ölçümler için varyans analiz yöntemi kullanıldı. Repeated Measure Anova yöntemiyle ön test – son test farkı, gruplar arası fark ve etkileşim incelendi. Etkileşim olmadığı değişkenlerde sadece tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi ile sonuçlar değerlendirildi. Etkileşimin anlamlı bulunduğu değişkenlerde önce bazal değerler bağımsız 2 grup T testi ile 2 grup arasında karşılaştırıldı. Daha sonra 2 grup kendi içinde ön test – son test farkı bakımından eşleştirilmiş 2 grup T testi ile değerlendirildi. Son olarak bazal değere göre düzeltme yapılarak 2 grup arasında son test ölçümleri Co-varyans analizi ile karşılaştırıldı. Co-varyans analizi ile ayrıca en küçük kareler ortalamaları hesaplandı (LS Mean). Hipotez testlerinde, etkileşim için $p < 0.1$, ortalamaların karşılaştırılması için ise $p < 0.05$ önem seviyesi kullanıldı.

BULGULAR

Sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti değerleri, Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Ölçüm değerlerinin gruplara göre ortalamaları

	Grup	Ön Test		Son Test		p
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
FVC (L)	Antrenman	4,89	0,559	5,06	0,508	0,033 ^a
	Kontrol	5,31	0,752	5,25	0,784	0,352 ^a
	p	0,213 ^b				<0,001 ^d
FEV1 (%)	Antrenman	4,03	0,360	4,22	0,520	0,047 ^a
	Kontrol	4,45	0,347	4,27	0,453	0,086 ^a
	p	0,022 ^b				<0,001 ^d
FEV1-FVC (%)	Antrenman	81,99	6,941	84,61	7,563	0,189 ^a
	Kontrol	84,38	8,574	82,35	7,476	0,244 ^a
	p	0,532 ^b				0,074 ^d
FEF% 25-75 (L/s)	Antrenman	4,16	0,916	4,61	1,021	0,141 ^a
	Kontrol	4,58	0,892	4,34	0,913	0,019 ^a
	p	0,341 ^b				<0,001 ^d
MVV (L/d)	Antrenman	164,30	24,616	171,16	16,931	0,195 ^a
	Kontrol	148,61	36,808	137,16	24,595	0,181 ^a
	p	0,317 ^b				0,082 ^d
MEP (cmH2O)	Antrenman	111,50	25,439	151,13	42,117	0,003 ^a
	Kontrol	114,70	21,323	105,50	18,441	0,033 ^a
	p	0,775 ^b				0,000 ^d
MIP (cmH2O)	Antrenman	101,38	34,871	131,25	27,943	0,004 ^a
	Kontrol	100,80	27,967	92,40	25,396	0,029 ^a
	p	0,969 ^b				0,000 ^d

EKO: Kovaryans analizinden elde edilen En Küçük Karaler ortalaması; a: ÖnSon test farkı, Eşleştirilmiş 2 grup t-Test; b: AntrenmanxKontrol Öntest, Bağımsız 2 grup t-Test; c: AntrenmanxKontrol SonTest, Kovaryans analizi; d: GrupxÖnSon Test Etkileşimi

Sporcuların solunum fonksiyonu ve solunum kas kuvveti değerleri, antrenman ve kontrol gruplarında kovaryans analizleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Gruplara göre kovaryans analizleri

FVC_ÖT = 5.1206 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	5,283	0,069	0,038^c
Kontrol	5,069	0,061	
FEV1_ÖT = 4.2644 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	4,471	0,109	0,020^c
Kontrol	4,065	0,096	
FEV1/FVC_ÖT = 83,3167 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	85,599	1,729	0,104^c
Kontrol	81,561	1,544	
FEF%25-75_ÖT = 4,3972 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	4,815	0,197	0,031^c
Kontrol	4,177	0,175	
MVV_ÖT = 155,5833 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	166,66	5,147	0,002^c
Kontrol	140,762	4,587	
MEP_ÖT = 113,2778 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	153,022	6,876	0,000^c
Kontrol	103,982	6,148	
MIP_ÖT = 101,0556 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	131,013	4,761	0,000^c
Kontrol	92,589	4,258	

EKO: Kovaryans analizinden elde edilen En Küçük Karaler ortalaması; a: ÖnXSon test farkı, Eşleştirilmiş 2 grup t-Test; b: AntrenmanxKontrol Öntest, Bağımsız 2 grup t-Test; c: AntrenmanxKontrol SonTest, Kovaryans analizi; d: GrupxÖnXSon Test Etkileşimi

Sporcuların performans değerlerinin antrenman ve kontrol gruplarında ortalama değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde; sporcuların saha performans değerlerine yönelik elde edilen ortalamaları arasındaki farkların, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Tablo 5. Sporcuların saha performans değerleri

	Grup	Ön Test		Son Test		p
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
ATIŞ	Antrenman	41,00	1,773	44,00	2,070	0,000 ^a
	Kontrol	41,90	2,283	41,60	2,221	0,279 ^a
	p	0,374 ^b				0,000 ^d
	Grup	Ön Test		Son Test		p
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
VURUŞ	Antrenman	28,13	2,642	34,13	2,696	0,000 ^a
	Kontrol	29,70	3,860	31,50	2,799	0,678 ^a
	p	0,341 ^b				0,000 ^d
	Grup	Ön Test		Son Test		p
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
VO2max (ml/kg/dk)	Antrenman	46,83	2,323	49,48	2,217	0,000 ^a
	Kontrol	45,54	1,257	46,02	1,254	0,001 ^a
	p	0,149 ^b				0,000 ^d
	Grup	Ön Test		Son Test		p
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	
ANAEROBİK (kg/sn)	Antrenman	1001,51	142,029	1045,23	149,638	0,206
	Kontrol	928,27	124,630	952,05	127,541	
	p	0,007				0,377 ^d

EKO: Kovaryans analizinden elde edilen En Küçük Karalar ortalaması; a: Ön/Son test farkı, Eşleştirilmiş 2 grup t-Test; b: AntrenmanxKontrol Öntest, Bağımsız 2 grup t-Test; c: AntrenmanxKontrol SonTest, Kovaryans analizi; d:GrupxÖn/Son Test Etkileşimi

Sporcuların performans değerleri, antrenman ve kontrol gruplarında kovaryans analizleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Antrenman grubunda, FEV1/FVC, FEF ve MVV ölçüm ön/son test düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Antrenman grubunda, elde edilen sonuçlara göre FVC, FEV1, MEP, MIP değerlerinde ön/son test ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Antrenman grubunda atış/vuruş sayısında ve aerobik anaerobik performans değerlerinde ön/son test ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Atış/vuruş sayısı, anaerobik performans ve aerobik performans son test ölçüm değerleri anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Kontrol grubunda, FVC, FEV1, FEV1/FVC, FEF MVV, MEP, MIP, ön/son test ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Kontrol grubunda, atış sayısı, vuruş sayısı, anaerobik performans ve aerobik performans ön/son test ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 6. Antrenman ve kontrol grubu kovaryans analizi

ATIŞ_ÖT = 41,5000 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	44,476	0,320	0,000^c
Kontrol	41,219	0,285	

VURUŞ_ÖT = 29,0000 için EKO			
Grup	Ortalama	Std. Hata	p
Antrenman	34,753	0,483	0,000^c
Kontrol	28,997	0,430	

EKO: Kovaryans analizinden elde edilen En Küçük Karaler ortalaması

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sporcuların performans parametrelerinin geliştirilmesinde SKA'nın etkisini değerlendirebilmek için solunum ve egzersiz arasındaki ilişkiyi değerlendirmek önemlidir. Bunun için öncelikle POWERBreathe cihazı ile uygulanan SKA'nın hangi şekilde uygulanacağını ve standartını belirtmek gerekir. Çünkü SKA'nın solunum kasları üzerine etkisi buna bağlıdır (Shei, 2018). Literatürde bulunan araştırmalarda SKA ve bunun sağlık üzerindeki etkileriyle beraber (Duruturk vd., 2018; González-Saiz vd., 2017; Gosselink vd., 2011; Naranjo-Orellana ve Santalla, 2020) atletik performans (Rozek-Piechura vd., 2020; Shei, 2018) ve performansa olan etkileri (Archiza vd., 2018; Griffiths ve McConnell, 2007; Hartz vd., 2018; Johnson vd., 2007) incelendiğinde solunum kaslarını özel olarak güçlendirmek ve fiziksel dayanıklılık iyileştirmelerini elde etmek için günde 2 kez 30 maksimal inspirasyonun uygulanması ele alınmıştır. Ek olarak, maksimum güç yüzdesi ile elde edilebilecek tekrar sayısı arasında ters bir ilişki vardır. Bu nedenle, 30 maksimal inspirasyona dayalı SKA, MIP'in yaklaşık %50'sine karşılık gelen kuvvet performansının yoğunluğunu belirlemenin genel bir yolu olabilir. Sporcu önerilen 30 tekrarı rahat bir şekilde tamamlayabildiğinde, POWERBreathe cihazındaki mekanik direnç artar, bu da direncin ve SKA'nın aşamalı olarak elde edilen gelişmelere uyarlanmasını mümkün kılar (Fernández-Lázaro vd., 2021).

Literatürde farklı branşlarda SKA sonrası performans etkileri değerlendirilse de, bocce branşı sporcularında oluşturduğu etkiye dair bir araştırmaya rastlanamamıştır. Bu nedenle bu araştırma bocce basamak sporcularının SKA öncesi ve sonrasında solunum değerleri, solunum kas kuvveti, aerobik, anaerobik performans parametreleri ile beraber atış/vuruş sayısındaki etkisini araştırmaya odaklanmıştır. Elde edilen ana bulgular; SKA sonrası antrenman grubunda solunum fonksiyonu değerlerinden FEV1/FVC, FEF ve MVV ölçüm ön/son test düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını ($p>0,05$), ancak FVC, FEV1, ve solunum kas kuvveti MEP, MIP değerlerinde ön/son test ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

Aynı zamanda performans parametreleri incelendiğinde antrenman grubunda atış/vuruş sayısında ve aerobik anaerobik performans değerlerinde ön/son test ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Atış/vuruş sayısı, anaerobik performans ve aerobik performans son test ölçüm değerleri anlamlı derecede yüksektir

($p < 0,05$). Bu sonuçlar SKA'nın bocce basamak sporcuları üzerindeki etkileri incelendiğinde, bazı solunum parametreleri ve performansını iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Çalışmamızın en büyük varsayımlarından biri olan basamak oyunu atış/vuruş sayısını SKA'nın artırabileceği doğrulanmıştır. Çalışmamızı destekler nitelikte SKA yaptırılan araştırmalar incelendiğinde solunum kaslarında çok kısa bir sürede kuvvette artma, üç hafta içinde soluk alıp verme sayısında azalma, aynı zamanda da 4 hafta boyunca sürdürülen egzersiz sonrasında sporcu performansında iyileşmeye raslanmıştır (Kilding vd., 2010; Volianitis vd., 2001).

Solunum kas kuvveti antrenmanları sonrası sporculardaki solunum kas kuvveti artışı (MIP, MEP) performansı etkileyebilir. Bunu destekleyen bir çalışmada profesyonel bisikletçilere yaptırılan 6 haftalık SKA ardından, 16 katılımcıdan oluşan profesyonel bisikletçilerin MIP'lerini %22 oranında iyileştirdiği belirlenmiştir. Artan solunum kas kuvvetinin bir sonucu olarak, maksimum egzersiz sırasında egzersiz hiperpnnesinin tüm vücut VO_2 'sine katkısı %11'den %8'e düşmüştür (Turner vd., 2012). Bu çalışma 6 haftalık SKA'nın yüksek yoğunluklu egzersizlerde solunum sisteminin O_2 maliyetini önemli ölçüde azalttığını ve egzersiz esnasında solunum kas sisteminin enerji gereksinimlerini azaltabileceğini ortaya koymuştur. Muhtemelen egzersiz hiperpnnesinin O_2 maliyetini düşürmek, lokomotor egzersiz için mevcut olan kardiyak debi oranını arttırmıştır (Harms vd., 1998). Ek olarak, solunum kası metaborefleksinin büyüklüğü, solunum kası yorgunluğunu azaltarak zayıflatılabilir. 6 haftalık SKA'nın ardından, 20 km ve 40 km denemelerden sonra solunum kas fonksiyonundaki azalma (sıfır akış hızında ortalama maksimum inspiratuar ağız basıncı ve maksimum inspiratuar basıncının %30'unda inspiratuar akış hızı) görülmüştür (Romer vd., 2002). Egzersize bağlı solunum kası yorgunluğu antrenmandan sonra daha düşük olduğundan, performanstaki gelişmeler muhtemelen körelmiş bir solunum kası metaborefleksi ve lokomotor O_2 mevcudiyetinden kaynaklanmaktadır (Harms vd., 2000; McConnell ve Lomax, 2006). Yapılan bir çalışmada, 7 profesyonel erkek bisiklet sporcusuna 6 hafta boyunca yaptırılan SKA'nın performans üzerine olan etkileri incelenmiştir (Harms vd., 1997). Bu araştırma sonucunda sporcuların SKA sonrasında 1.3 ± 2.0 dakika daha uzun egzersiz yapabilme kapasitesinin ortaya çıktığını kanıtlamışlardır. Bu etkinin nedenlerini ise soluk alıp vermeyi sürekli olarak azaltmanın, önemli ölçüde daha uzun egzersiz toleransına yol açtığını, nefes alma işini artırmanın performansı kısıtladığını gözlemlediklerini belirtmişlerdir Bu bulgular, sürekli ağır egzersiz sırasında normal olarak karşılaşılan nefes alma işinin egzersiz performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu etkinin nedeninin çok faktörlü olduğuna ve yüksek düzeyde solunum kas çalışmasının solunum kas yorgunluğu üzerindeki doğrudan etkilerini ve algılanan yorgunluktaki azalma olduğunu ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda Harms vd. (1997) bulguları sonucunda, solunum kası yükündeki değişikliklerin neden egzersiz performansını etkilemiş olabileceği konusunda potansiyel bir etkiye sahip olan üç tür etkiden bahsediyor. Bunlar, lokomotor kaslara O_2 taşınması (ve onlardan CO_2 taşınması), solunum kas yorgunluğu ve solunum ve/veya lokomotor kas eforu algısı üzerindeki etkileri içeriyor. Bu sonuçlara göre algılanan yorgunluktaki azalmanın sporcuların performanslarına etkisinden bahsetmek mümkündür. Başka bir araştırmada dinlenme sırasında solunum kası antrenmanı yapıldığında diyafram yorgunluk eşiğinin arttığını ortaya koymuştur ve bunun kan akışı gerekliliklerinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır (Babcock vd., 2002). İstirahatte, diyaframa yeterli miktarda kan akışı sağlanabilirken, ağır egzersiz sırasında çalışan diyafram ve lokomotor kaslar arasında rekabet olabilir (Harms vd., 1998). Solunum kası antrenmanı sonrasında diyafram yorgunluk eşiğinin artmasına bağlı olarak sporcularda algılanan

yorgunluk seviyesi azalabilir ve performansta düşüş yaşanma ihtimalinin azalmasına neden olabilir. Pulmoner ventilasyon ile ilgili olarak, yoğun aerobik ve/veya uzun süreli fiziksel egzersizlerden sonra, solunum kaslarının kuvvet ve dayanıklılığındaki azalmanın bir sonucu olarak MIP ve MEP'de önemli düşüşlerin meydana geldiği kanıtlanmıştır (Martin ve Stager, 1981). Bu solunum faktörleri sporcuların performansını sınırlar (HajGhanbari vd., 2013). Bu nedenle SKA'nın performans üzerindeki olumlu etkilerinden bahsetmek mümkündür. MIP değeri diyafram kuvveti ile ilişkilendirilebilir (De Jesús Mora-Romero vd., 2014). Lomax ve McConnell (2003) ve Guy vd. (2014) tarafından yapılan çalışmalarda SKA sonrası %6.8 ile %21.5 arasında bir MIP iyileştirme aralığı ile atletik dayanıklılık geliştirmeleri elde ettikleri gözlemlenmiştir (Guy vd., 2014; Hartz vd., 2018; Lomax ve McConnell, 2003). 19 hentbol sporcusuyla yaptığı çalışma bize MIP'deki en büyük kazanımların (%54) daha uzun süreli (12 hafta) programda gerçekleştiğini göstermektedir (Hartz vd., 2018). MEP değeri, interkostal ve abdominal solunum kaslarının gücünü değerlendirir (De Jesús Mora-Romero vd., 2014). 12 haftalık SKA'dan sonra hentbol oyuncularının VO_{2max} değerinde önemli artışlar ve fiziksel aerobik dayanıklılık geliştirmelerine bağlı MEP'de %23 oranında artış gözlemlenmiştir (Hartz vd., 2018). Aynı şekilde, Griffiths ve McConnell (2007) profesyonel kürekçilerle 4 haftalık SKA sonrası MEP değerinde %31 oranında artışla beraber, VO_{2max} 'ta ve anaerobik kapasitede iyileşmeler saptanmıştır. Sonuç olarak, SKA, interkostal ve/veya karın kaslarında daha yüksek bir kas gücüne yol açarak egzersiz sırasında sürekli bir kasılma oluşturarak yeterli ventilasyona izin verir ve solunum kasının etkinliğini artırabilir (Aubier vd., 1981). VO_{2max} , vücudun soluduğu ve egzersiz esnasında kullandığı O_2 miktarının karşılığıdır. VO_{2max} yoğunluklarının %70 ila 80 arasında olmasıyla, güç üretmek için kan laktat artışı önemli hale gelir ve enerji, anaerobik yolların ATP yeniden sentez prosedürleriyle ilişkilendirilerek yüksek VO_{2max} seviyelerine ulaşılmasına olanak tanıyabilir (Fernández-Lázaro vd., 2021). POWERBreathe cihazı ile yapılan SKA sonrası VO_{2max} değerlendirildiğinde bu parametre üzerinde önemli artışlar gösterdiği görülmektedir (Hartz vd., 2018). Özellikle Griffiths ve McConnell (2007)'nin yaptığı çalışmada VO_{2max} değerinde ortalama 1.58'lik bir artış görülmektedir. Bu nedenle, SKA'nın potansiyel olarak solunum kasının metabolik refleks mekanizmasında bir gecikmeyi tetikleyerek ve solunum dayanıklılığını artırarak VO_{2max} 'ı artırdığından, egzersiz sırasında performans artışı sağladığını dile getirmek mümkündür. POWERBreathe cihazı aracılığıyla uygulanan SKA potansiyel olarak yorgunluk toleranslarını ve solunum etkinliklerini geliştirebilir, ve algılanan yorgunluğu geciktirebilir (McConnell ve Lomax, 2006). Aerobik güç ile solunum arasındaki ilişkiye bakıldığında, yapılan çalışmalarda sıklıkla solunum kası ve diyafragma yorgunluğu ile ilişkili olduğu bulunmuş, egzersiz sırasında solunum kaslarının metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için kalp debisinin %14-16'sının kullanıldığını bildirmiştir (Harms vd., 1998). Ancak solunum kaslarındaki yükün artmasının metabolik talebi de arttırdığı bildirilmiştir. Örneğin araştırmalar, minimal üst solunum yolu obstrüksiyonunun bile solunum yükünü %50 artırdığını göstermektedir (Sheel vd., 2001).

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada literatürde tedavi edici özelliği de kanıtlanmış olan POWERBreathe cihazı ile yapılan solunum kası antrenmanlarının bocce sporcularındaki etkilerine bakılmıştır. Elde ettiğimiz bulgulara göre SKA antrenman grubunda dört hafta içinde bazı solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti, aerobik anaerobik performansa olumlu etkide bulunurken basamak koşusu performansında da anlamlı bir iyileşme sağlayabilmiştir. Antrenman grubunda kontrol grubuna oranla performans artışının nedeni diyafram yorgunluğunun gecikmesi, tur

sayısını arttırarak vuruş sayısına da katkıda bulunabilme olarak yorumlanmıştır. Antrenman grubundaki sporcuların atış sayısını arttırırken aynı zamanda, hedef vuruşunu da arttırdığı gözlemlenmiştir. Antrenör ve uygulayıcılar, basamak performansını iyileştirmek amacıyla SKA ile gerçekteştirmekleri uygulamalardan fayda sağlayabilirler. SKA öncesi cihazda ayarlanacak kademe, verilecek dinlenme zamanı, vb. konularda bireysel yaklaşımların önem arz ettiği ve performansı etkileyebileceği gerçegi göz ardı edilmemelidir. Gelecek çalışmalar solunum sistemiyle beraber dolaşım sistemi etkilerini de değerlendirebilir. Ek olarak sporcular üzerinde yapılacak psikolojik çalışmalar SKA sonrası etkileriyle bağdaştırılıp çalışmalara dahil edilebilir.

Çıkar Çatışması: Makalenin yazar/yazarları, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yer almamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Yazarlar bu araştırmanın tüm aşamalarında eşit katkı sağlamışlardır.

Etik Kurul İzni ile ilgili Bilgiler:

Kurul Adı: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu

Tarih: 14.03.2022

Sayı No: 22-3T/39

KAYNAKLAR

- Amann, M. (2012). Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans. *Experimental Physiology*, 97(3), 311-318. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058800>
- Amonette, W., & Dupler, T. (2002). The effects of respiratory muscle training on VO₂ max, the ventilatory threshold and pulmonary function. *Journal of Exercise Physiology Online*, 5, 29-35.
- Archiza, B., Andaku, D. K., Caruso, F. C. R., Bonjorno, J. C., de Oliveira, C. R., Ricci, P. A., do Amaral, A. C., Mattiello, S. M., Libardi, C. A., Phillips, S. A., Arena, R., & Borghi-Silva, A. (2018). Effects of inspiratory muscle training in professional women football players: a randomized sham-controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 771-780. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340659>
- Åstrand, P.-O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Stromme, S. B. (2003). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise* (4. ed.). Human Kinetics.
- Aubier, M., Trippenbach, T., & Roussos, C. (1981). Respiratory muscle fatigue during cardiogenic shock. *Journal of Applied Physiology*, 51(2), 499-508. <https://doi.org/10.1152/jappl.1981.51.2.499>
- Babcock, M. A., Pegelow, D. F., Harms, C. A., & Dempsey, J. A. (2002). Effects of respiratory muscle unloading on exercise-induced diaphragm fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 93(1), 201-206. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00612.2001>
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chamari, K., Carlomagno, D., & Rampinini, E. (2006). Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 320-325. <https://doi.org/10.1519/00124278-200605000-00015>
- De Jesús Mora-Romero, U., Gochicoa-Rangel, L., Guerrero-Zúñiga, S., Cid-Juárez, S., Silva-Cerón, M., Salas-Escamilla, I., & Torre-Bouscoulet, L. (2014). Maximal inspiratory and expiratory pressures: Recommendations and procedure. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 73(4), 247-253. <https://doi.org/10.35366/55380>
- Dinardi, R. R., de Andrade, C. R., & Ibiapina, C. D. (2013). Evaluation of the effectiveness of the external nasal dilator strip in adolescent athletes: A randomized trial. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 77(9), 1500-1505. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.06.018>
- Duruturk, N., Acar, M., & Dogrul, M. I. (2018). Effect of inspiratory muscle training in the management of patients with asthma a randomized controlled trial. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 38(3), 198-203. <https://doi.org/10.1097/Hcr.0000000000000318>
- Esposito, F., Limonta, E., Alberti, G., Veicsteinas, A., & Ferretti, G. (2010). Effect of respiratory muscle training on maximum aerobic power in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 170(3), 268-272. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2010.02.004>
- Faghy, M. A., & Brown, P. I. (2017). Whole-body active warm-up and inspiratory muscle warm-up do not improve running performance when carrying thoracic loads. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(8), 810-815. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0711>
- Fernández-Lázaro, D., Gallego-Gallego, D., Corchete, L. A., Darío Fernández, Z., González-Bernal, J. J., Blanca García, G., & Mielgo-Ayuso, J. (2021). Inspiratory Muscle Training Program Using the PowerBreath®: Does It Have Ergogenic Potential for Respiratory and/or Athletic Performance? A Systematic Review with Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6703. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136703>

Bahçecioğlu, H., ve Yapıcıoğlu, B. (2023). Milli bocce sporcularında dört haftalık solunum kası antrenmanının solunum kas kuvveti, fonksiyonları ve performansa etkisi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 34-49.

Giatsis, G., Kollias, I., Panoutsakopoulos, V., & Papaiakovou, G. (2004). Volleyball. *Sports Biomechanics*, 3(1), 145-158. <https://doi.org/10.1080/14763140408522835>

González-Saiz, L., Fiuza-Luces, C., Sanchis-Gomar, F., Santos-Lozano, A., Quezada-Loaiza, C. A., Flox-Camacho, A., Munguía-Izquierdo, D., Ara, I., Santalla, A., Morán, M., Sanz-Ayan, P., Escribano-Subías, P., & Lucia, A. (2017). Benefits of skeletal-muscle exercise training in pulmonary arterial hypertension: The WHOLEi+12 trial. *International Journal of Cardiology*, 231, 277-283. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.026>

Gosselink, R., De Vos, J., van den Heuvel, S. P., Segers, J., Decramer, M., & Kwakkel, G. (2011). Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *European Respiratory Journal*, 37(2), 416-425. <https://doi.org/10.1183/09031936.00031810>

Griffiths, L. A., & McConnell, A. K. (2007). The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 99(5), 457-466. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0367-6>

Guy, J. H., Edwards, A. M., & Deakin, G. B. (2014). Inspiratory muscle training improves exercise tolerance in recreational soccer players without concomitant gain in soccer-specific fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 483-491. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829d24b0>

HajGhanbari, B., Yamabayashi, C., Buna, T. R., Coelho, J. D., Freedman, K. D., Morton, T. A., Palmer, S. A., Toy, M. A., Walsh, C., Sheel, A. W., & Reid, W. D. (2013). Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: A Systematic review with meta-analyses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1643-1663. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318269f73f>

Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2001). *Text book of medical physiology* (H. Çavuşoğlu, Trans.; 14. ed.). Elsevier.

Harms, C. A., Babcock, M. A., McClaran, S. R., Pegelow, D. F., Nিকেle, G. A., Nelson, W. B., & Dempsey, J. A. (1997). Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 82(5), 1573-1583. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.82.5.1573>

Harms, C. A., Wetter, T. J., McClaran, S. R., Pegelow, D. F., Nিকেle, G. A., Nelson, W. B., Hanson, P., & Dempsey, J. A. (1998). Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 85(2), 609-618. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.2.609>

Harms, C. A., Wetter, T. J., St Croix, C. M., Pegelow, D. F., & Dempsey, J. A. (2000). Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 131-138. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.131>

Hartz, C. S., Sindorf, M. A. G., Lopes, C. R., Batista, J., & Moreno, M. A. (2018). Effect of inspiratory muscle training on performance of handball athletes. *Journal of Human Kinetics*, 63(1), 43-51. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0005>

Johnson, M. A., Sharpe, G. R., & Brown, P. I. (2007). Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 761-770. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0551-3>

Kilding, A. E., Brown, S., & McConnell, A. K. (2010). Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 505-511. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1228-x>

Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J. M., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: Physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(9), 1666-1673. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227538.20799.08>

- Lomax, M., Grant, I., & Corbett, J. (2011). Inspiratory muscle warm-up and inspiratory muscle training: Separate and combined effects on intermittent running to exhaustion. *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 563-569. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.543911>
- Lomax, M., & McConnell, A. K. (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), 197-202. <https://doi.org/10.1159/000211229>
- Lomax, M. E., & McConnell, A. K. (2003). Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m swim. *Journal of Sports Sciences*, 21(8), 659-664. <https://doi.org/10.1080/0264041031000101999>
- Mannino, D. M., Buist, A. S., Petty, T. L., Enright, P. L., & Redd, S. C. (2003). Lung function and mortality in the United States: Data from the first National Health and Nutrition Examination Survey follow up study. *Thorax*, 58(5), 388-393. <https://doi.org/10.1136/thorax.58.5.388>
- Martin, B. J., & Stager, J. M. (1981). Ventilatory endurance in athletes and non-athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13(1), 21-26. <https://doi.org/10.1249/00005768-198101000-00013>
- Matwejew, L. P. (2004). *Antrenman dönemlemesi*. Bağırğan Yayımevi.
- McConnell, A. K., & Lomax, M. (2006). The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *Journal of Physiology-London*, 577(1), 445-457. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.117614>
- McConnell, A. K., & Romer, L. M. (2004). Respiratory muscle training in healthy humans: Resolving the controversy. *International Journal of Sports Medicine*, 25(4), 284-293. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815827>
- Mikkola, T. M., Salonen, M. K., Kajantie, E., Kautiainen, H., & Eriksson, J. G. (2020). Associations of fat and lean body mass with circulating amino acids in older men and women. *Journals of Gerontology Series a-Biological Sciences and Medical Sciences*, 75(5), 885-891. <https://doi.org/10.1093/gerona/glz126>
- Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., Crapo, R., Enright, P., van der Grinten, C. P. M., Gustafsson, P., Jensen, R., Johnson, D. C., MacIntyre, N., McKay, R., Navajas, D., Pedersen, O. F., Pellegrino, R., Viegi, G., & Wanger, J. (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, 26(2), 319-338. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>
- Naranjo-Orellana, J., & Santalla, A. (2020). Long-term combined training in idiopathic pulmonary fibrosis: A Case study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph17145091>
- Nepomuceno Júnior, B. R. V., Gómez, T. B., & Gomes Neto, M. (2016). Use of Powerbreathe® in inspiratory muscle training for athletes: systematic review. *Fisioterapia em Movimento*, 29, 821-830. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.004.AO19>
- Özkara, A. (2004). *Futbolda testler ve özel çalışmalar*. Kuşçu Etiket ve Matbaacılık.
- Pagnoni, M. (2010). *The joy of bocce* (3 ed.). Author House.
- Romer, L. M., McConnell, A. K., & Jones, D. A. (2002). Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(5), 785-792. <https://doi.org/10.1097/00005768-200205000-00010>

- Bahçecioğlu, H., ve Yapıcıoğlu, B. (2023). Milli bocce sporcularında dört haftalık solunum kası antrenmanının solunum kas kuvveti, fonksiyonları ve performansa etkisi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 34-49.
- Romer, L. M., & Polkey, M. I. (2008). Exercise-induced respiratory muscle fatigue: Implications for performance. *Journal of Applied Physiology*, 104(3), 879-888. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01157.2007>
- Rozek-Piechura, K., Kurzaj, M., Okrzymowska, P., Kucharski, W., Stodolka, J., & Mackala, K. (2020). Influence of inspiratory muscle training of various intensities on the physical performance of long-distance runners. *Journal of Human Kinetics*, 75(1), 127-137. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0031>
- Sheel, A. W. (2002). Respiratory muscle training in healthy individuals - Physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Medicine*, 32(9), 567-581. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232090-00003>
- Sheel, A. W., Derchak, P. A., Morgan, B. J., Pegelow, D. F., Jacques, A. J., & Dempsey, J. A. (2001). Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *Journal of Physiology-London*, 537(1), 277-289. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0277k.x>
- Shei, R. J. (2018). Recent advancements in our understanding of the ergogenic effect of respiratory muscle training in healthy humans: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2665-2676. <https://doi.org/10.1519/Jsc.0000000000002730>
- Turner, L. A., Tecklenburg-Lund, S. L., Chapman, R. F., Stager, J. M., Wilhite, D. P., & Mickleborough, T. D. (2012). Inspiratory muscle training lowers the oxygen cost of voluntary hyperpnea. *Journal of Applied Physiology*, 112(1), 127-134. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00954.2011>
- Türkmen, M. (2011). *Çim topu, petank, raffa ve volo oyun sistemleriyle bocce - tanımlar, tarihçe ve oyun kuralları*. Neyir Yayınları.
- Volianitis, S., McConnell, A. K., Koutedakis, Y., Mcnaughton, L., Backx, K., & Jones, D. A. (2001). Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 803-809. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00020>



Bu eser **Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı** ile lisanslanmıştır.