
Hafif ve Orta Şiddetteki Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalıklarında Egzersiz Kapasitesi

Öznur AKKOCA*, Ferda ÖNER*, Sevgi SARYAL*, Elif ŞEN*, Gülseren KARABIYIKOĞLU*

* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları ve Tüberküloz Anabilim Dalı, ANKARA

ÖZET

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) olan olgularda egzersiz kapasitesi azalabilmektedir. Egzersiz testi, egzersiz kapasitesindeki azalmayı ve fonksiyonel değişiklikleri objektif olarak gösteren iyi bir testtir. Yapılan çalışmalarda solunum fonksiyon testleri (SFT) ile egzersiz testi parametreleri karşılaştırıldığında, büyük değişikliklerin olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, bu olgularda semptom sınırlı egzersiz testinin sonuçlarını analiz etmek, SFT ve arter kan gazları (AKG) parametreleriyle ilişkisini araştırmak amacıyla 20 KOA olan olgu ve 12 sağlıklı kontrol olgusu çalışmaya alındı. KOA olgularının tümü nefes darlığı nedeniyle testi sonlandırdı. Bu olgulardaki pik (zirve) oksijen tüketimi (pik VO_2) ve iş yükü, kontrol grubundan anlamlı olarak düşüktü (KOA grubunda: Pik VO_2 : 1.03 ± 0.32 L/dakika, kontrol grubunda: Pik VO_2 : 2.31 ± 0.50 L/dakika) ($p < 0.001$). KOA olgularında egzersizle tidal volüm (VT) ve solunum sayısı artarken ($p < 0.001$), inspirasyon süresi/total nefes süresi ($Ti/Ttot$) oranında değişiklik gözlenmedi. Yine PaO_2 ve $PaCO_2$ 'de değişiklik olmazken, pH'da anlamlı azalma vardı ($p < 0.001$). Pik VO_2 ile; DLCO (%), Pi_{max} (%), dakika ventilasyonu VT, Ti, Ttot, VT/VC (%) arasında, pik iş yükü ile; FEV₁/FVC (%), FEF₇₅ (%), VC, Pi_{max} (%), PaO_2 , SaO₂ arasında önemli derecede ilişki vardı ($p < 0.05$, $p < 0.01$). Sonuç olarak, hafif-orta şiddetteki KOA olgularında, pik oksijen tüketimi ve iş yükü azalmaktadır ve buna bağlı olarak egzersiz kapasitesi de kısıtlanmaktadır. Bu olgularda egzersiz kısıtlanmasının özellikle hava akım hızları, difüzyon kapasitesi, inspiratuar solunum kas gücü, solunum paterni ve arter kan gazları parametreleriyle ilişkili olduğu gösterildi.

Anahtar Kelimeler: KOA, egzersiz testi, egzersiz kapasitesi.

SUMMARY

Exercise Capacity in Mild-Moderate Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Exercise capacity decreases in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Exercise testing is an accurate test, in the determination of limitation of exercise capacity and functional changes, objectively. Certain studied showed great variability when pulmonary function test (PFT) parameters are correlated with exercise testing capacity. The aim of this study was to analyze the results of symptom-limited exercise testing and the relationship between these results and PFT and arterial blood gases (ABG) parameters in 20 patients with COPD and 12 healthy controls. All patients with COPD ceased exercise testing because of dyspnea. Peak oxygen consumption (peak VO_2) and work in patients with COPD was significantly lower than that in controls (peak VO_2 : 1.03 ± 0.32 L/min in patient with COPD, peak VO_2 : 2.31 ± 0.50 L/min in controls) ($p < 0.001$). Inspiratory duty cycle ($Ti/Ttot$) did not show any significant change during exercise, whereas tidal

volume (VT) and frequency increased ($p < 0.001$). Also PaO_2 and $PaCO_2$ did not show significant change whereas pH decreased significantly $p < 0.001$. There was significant correlation between peak VO_2 and DLCO (pred%), Pi_{max} (pred%), minute ventilation, VT, Ti, Ttot, VT/VC (%). Also peak work showed significant correlation with FEV₁/FVC (%), FEF₇₅ (pred%), VC, Pi_{max} (pred%), PaO_2 , SaO_2 ($p < 0.05$, $p < 0.01$). In conclusion, in patients with mild-moderate COPD, the decrease peak oxygen consumption and work indicator of decreased exercise capacity. In these patients, exercise limitation seemed to be correlated with airflow rates, diffusing capacity, inspiratory muscle strength, breathing pattern and ABG parameters.

Key Words: COPD, exercise testing, exercise capacity.

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) olan olgularda egzersiz kapasitesinin azalması sıklıkla gözlenen bir bulgudur. Çoğu olguda hastalığın erken evresinde sadece egzersizde bazı semptomlar ortaya çıkarken, hastalık ilerledikçe istirahatte de semptomlar gelişmektedir (1). KOAH olgularındaki egzersiz kapasitesindeki azalma; ventilasyonun azalması, gaz değişim bozuklukları ve respiratuvar asidoz, solunum ve ekstremitelerde kas fonksiyon değişiklikleri, kardiyak outputtaki azalma, kondüsyon bozukluğuna bağlı olarak gelişebilmektedir (1-3). Egzersiz dispnesi, bacak ağrısı, yorgunluk ve göğüs ağrısı en sık gözlenen semptomlardır (1,4,5).

Egzersiz testi, KOAH olgularında fonksiyonel bozulmayı gösteren iyi bir testtir. Ayrıca egzersiz kapasitesini objektif olarak tayin etmede, egzersiz kısıtlamasının nedenini göstermede, varsa diğer bir patolojiyi aydınlatmada, iş göremezliği tespit etmede, preoperatif değerlendirmede ve egzersiz programlarının belirlenmesinde kullanılır (1,6,7). Bu olgularda egzersiz testi ile solunum fonksiyon testleri parametreleri karşılaştırıldığında büyük değişkenliklerin olduğu gözlenmektedir.

Bu çalışmada; KOAH olgularında semptomla sınırlı egzersiz testinde; ventilasyon ve metabolik parametrelerin, solunum paterninin ve arter kan gazları parametrelerinin değişimini, ayrıca pik iş yükü, oksijen tüketimi ve ventilasyonun solunum fonksiyon testleri ve arter kan gazları ile ilişkisini araştırmayı amaçladık.

MATERYAL ve METOD

Olgu Seçimi

Kliniğimizde KOAH tanısıyla takip ve tedavi edilen 20 olgu (Grup 1) ve kontrol grubu olarak da 12 sağlıklı olgu (Grup 2) çalışmaya alındı. KOAH tanısı ATS kriterlerine (klinik, radyolojik, so-

lunum fonksiyon testleri ile) konuldu (8). Olgu seçiminde şu kriterlere dikkat edildi:

1. Klinik olarak stabil dönemlerinde çalışmaya alındılar.
2. FEV₁/FVC oranı %75'in altında olan olgular çalışmaya alındı.

KOAH dışında akciğer hastalığı, unstabil kardiyak hastalığı, vasküler sistem hastalığı, romatolojik hastalığı ve nöromusküler sistem hastalığı olan olgular çalışmaya alınmadılar.

Ayrıca FEV₁ %30'un ve PaO_2 'si 40 mmHg altında, $PaCO_2$ 'si 70 mmHg'nin üstünde olan olgular çalışmaya alınmadılar (9).

Kontrol grubuna (Grup 2) herhangi bir akciğer ve diğer sistem hastalıkları olmayan, sigara içmeyen 12 sağlıklı olgu alındı.

KOAH'ı olan olgularda solunum fonksiyon testleri (SFT) (ventilasyon, CO difüzyon, solunum kas gücü, ağız içi oklüzyon basıncı ve solunum paterni), egzersiz testleri ve arter kan gazları (AKG) analizleri yapıldı. Kontrol olgularında sadece maksimal ekspirasyon eğrisi parametreleri ve egzersiz testi parametreleri değerlendirildi. Olguların, testlerden önceki 24 saatte sigara, 12 saatte aminofilin, 4-6 saatte beta-mimetik ajan kullanılmamasına, 4 saatte kafein ve 2 saatte ağır yemek yememesine dikkat edildi.

Solunum Fonksiyon Testleri (SFT)

Olguların SFT, V_{max} 229 "Pulmonary Function/Cardiopulmonary Exercise Testing Instrument (SensorMedics, Bithoven, The Netherlands)" ile istirahatte ölçüldü. FVC, FEV₁, FEV₁/FVC (%), FEF₂₅₋₇₅ zorlu ekspirasyon eğrisinden elde edildi. Akciğer volümleri (TLC, FRC, RV, RV/TLC (%)) basınç/volüm (akım) pletismografında (SensorMedics 6200 Autobox, Bilt-

hoven, The Netherland) ölçüldü. CO difüzyon kapasitesi (DLCO) ve spesifik difüzyon kapasitesi (DLCO/VA) tek soluk yöntemiyle ölçüldü. Testler burun kapalı iken ve oturur pozisyonda en az 3 kez yapıldı (değerler arasında %5'ten az değişim olmasına dikkat edildi). ATS kriterlerine uyan testler kabul edildi (10). Beklenenin yüzdesi için ECSS'nin referans değerleri kullanıldı (11).

Solunum kas gücü, ağız içi basınç ölçümüyle Black-Hyatt'ın tekniğine dayanan bir yöntemle bakıldı. $P_{i_{max}}$ ve $P_{e_{max}}$ ölçümleri yapıldı. $P_{i_{max}}$, RV seviyesindeyken, $P_{e_{max}}$ ise TLC seviyesindeyken ölçüldü. Black-Hyatt'ın referans değerlerine göre beklenen değerler hesaplandı (12).

Ağız içi oklüzyon basıncı ($P_{0.1}$), kapalı bir sisteme karşı yapılan inspirasyonun ilk 0.1 saniyesindeki ağız içi basıncı ölçülerek elde edildi (13).

Solunum paterni; olguların tidal volümü (VT), solunum sayısı (f) ölçüldü ve VT/VC oranı hesaplandı. İspirasyon süresi (Ti), total nefes süresi (Ttot) ve inspiratuvar süre/total nefes süresi (Ti/Ttot) oranı ölçüldü.

Egzersiz Testi

Olgulara progresif bisiklet egzersizi; EKG, kan basıncı, oksijen satürasyonu monitorizasyonu altında uygulandı (V_{max} 229 Pulmonary Function/Cardiopulmonary Exercise Testing Instrument, SensorMedics, Bilthoven, The Netherland). Bazal ölçümlerden sonra, 3 dakika 50-60 rpm/dakika hızda ısınma egzersizi yaptırıldı. Daha sonra, incremental modda iş yükü uygulandı. Jones'un tanımladığı protokol kullanıldı (14). Her bir dakikada pedallara uygulanan iş yükü 16.3 watt artırıldı. Test hasta semptomlarına bağlı olarak sonlandırıldı. Hastaya testi sonlandırmasına neden olan semptom soruldu (nefes darlığı, göğüs ağrısı, bacak ağrısı, bacak yorgunluğu). Pik (zirve) kalp hızı, pik (zirve) iş yükü (watt), pik (zirve) oksijen tüketimi (VO_2), pik (zirve) oksijen tüketimi/kg (VO_2/kg), pik (zirve) karbondioksit üretimi (VCO_2), solunum değişim oranı (RQ, VCO_2/VO_2) semptom sınırlı maksimum egzersizde değerlendirildi. Dakika ventilasyonu (VE (BTPS)), VT, f, Vd/VT oranı (est), T_i/T_{tot} oranı istirahat ve egzersizde değerlendirildi.

ildi. Egzersiz testi metabolik parametreleri Jones'un referans değerleriyle karşılaştırıldı (14).

Arter Kan Gazları (AKG)

Rapidlab 348 pH/Blood Gas Analyzer (Chiron Diagnostics Ltd., Essex, UK) ile değerlendirildi. pH, PaO₂, PaCO₂, SaO₂ istirahat ve pik egzersizde ölçüldü.

İstatistiksel Analiz

"Statistical Package for Social Sciences (SPSS)" paket programı kullanıldı (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Olguların ayrı ayrı ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Gruplar arasındaki farklılık için bağımsız Student's t-testi, egzersiz öncesi ve sonrası parametrelerin karşılaştırması için bağımlı Student's t-testi kullanıldı. Parametrelerin birbiri ile olan ilişkilerini hesaplamak için lineer korelasyon analizi kullanıldı. Önemlilik, Pearson testine göre yapıldı. $p < 0.05$ olanlar önemli kaydedildi.

BULGULAR

Çalışmaya alınan 20 KOAH'lı olgunun 2'si kadın, 18'i erkekti (Grup 1).

Ortalama yaş: 60.55 ± 9.92 yıldır. Egzersiz testi yapılan tüm KOAH'lı olgularda nefes darlığı, 4 olguda (%20) nefes darlığına ek olarak bacak ağrısı gelişti ve bu şikayetler nedeniyle test sonlandırıldı. Ortalama egzersiz süresi 7.55 ± 1.68 dakika idi. Çalışmaya alınan 12 kontrol olgusunun tümü erkekti (Grup 2). Egzersiz sonlandırma nedenleri ise bacak yorgunluğu (%83) ve bacak ağrısı (%17) idi.

Olguların solunum fonksiyon testleri Tablo 1 ve Tablo 2'de, pik egzersiz testi ventilasyon ve metabolik parametreleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Yirmi KOAH'lı olgudan 9'unun (%45) anaerobik eşik değerine ulaştığı, 11'inin (%55) ise ulaşmadığı, V-slope yöntemiyle tespit edildi.

Tablo 4'te KOAH'lı olguların istirahat ve pik egzersizdeki ventilasyon parametreleri ve arter kan gazları sonuçları gösterilmiştir.

Pik VO_2 (oksijen tüketimi), pik VE (dakika ventilasyonu) ve pik iş yükü ile diğer parametreler arasındaki ilişki Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 1. Tüm olgularımızın istirahat solunum fonksiyon testleri.

Parametreler	Grup 1 (n: 20) Ort. ± SD	Grup 2 (n: 12) Ort. ± SD	p
FVC (%)	73.25 ± 13.90	101.92 ± 12.24	< 0.001
FEV ₁ (%)	56.00 ± 15.03	101.58 ± 10.80	< 0.001
FEV ₁ /FVC (%)	60.75 ± 10.80	83.50 ± 5.44	< 0.001
FEF ₂₅₋₇₅ (%)	30.80 ± 10.94	95.92 ± 20.17	< 0.001
MVV (%)	42.00 ± 10.37	78.09 ± 14.58	< 0.001

Tablo 2. KOAH olgularının akciğer volümleri, difüzyon kapasitesi, solunum kas gücü ve solunum paterni.

Parametreler	Grup 1 (n: 20) Ort. ± SD
VC (%)	70.26 ± 9.99
TLC (%)	105.21 ± 15.04
FRC (%)	194.26 ± 45.05
RV/TLC (%)	56.63 ± 9.28
EELV (%TLC)	78.74 ± 8.10
DLCO (%)	72.78 ± 26.65
DLCO/VA (%)	99.31 ± 26.24
Pi _{max} (%)	57.25 ± 18.53
Pe _{max} (%)	45.60 ± 14.53
P _{0.1} (cm/H ₂ O)	3.80 ± 1.35
Ti (sn)	0.91 ± 0.30
Ti/Ttot	0.39 ± 0.06

TARTIŞMA

Bu çalışmada elde ettiğimiz bulgularımızı şu şekilde özetleyebiliriz; hafif ve orta şiddetteki KOAH olgularında egzersizle oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimi sağlıklı olgulardan daha az artmaktadır; pik iş yükü sağlıklı olgulardan daha düşüktür; ventilasyon, VT ve f belirgin olarak artarken, Ti ve Ttot azalmaktadır. PaO₂ ve PaCO₂'de anlamlı değişiklik olmazken pH'da anlamlı azalma gözlemlendi. Pik iş yükünün hava yolu obstrüksiyonuyla, inspiratuvar solunum kas gücüyle ve arter kan gazı parametreleriyle ilişkili olduğu; pik oksijen tüketiminin yaşla, ventilasyonla, solunum paterniyle, difüzyon kapasitesiyle ve inspiratuvar solunum kas gücüyle ilişkili olduğu gösterildi.

KOAH'da hava yolu obstrüksiyonu ve elastik recoildeki azalma nedeniyle gelişen ventilatuvar kapasitenin azalması ve ventilasyon/perfüzyon (V/P) dengesindeki değişiklikler nedeniyle gelişen ventilatuvar gereksiniminin artışı ile egzersiz kapasitesi azalmaktadır (15). Egzersiz testi bu fonksiyonel ve yapısal bozulmayı gösteren oldukça iyi bir testtir (1,7,16).

Oksijenin dağılımı ve periferik kullanımındaki bozukluklar nedeniyle maksimal oksijen tüketimi azalmaktadır (1,17,18). Bizim çalışmamızda da pik VO₂ kontrol grubuna göre belirgin azalmıştı [ortalama pik VO₂: 1.03 L/dakika, pik VO₂ (%): %46.15] (Tablo 3). Bu değerler diğer araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu idi (6,19,20).

Egzersizde, artan metabolizma hızı nedeniyle dakika ventilasyonu artmaktadır (1,3,21). Ventilasyonu ifade etmek için daha değerli bir parametre olarak belirtilen, VE/MVV oranı da egzersizde artmaktadır. O'Donnell ve arkadaşları çalışmalarında VE/MVV oranını %74 ve %86 olarak tespit etmişlerdir (19,20). Bizim olgularımızda, bu oran, benzer olarak, %88 olarak hesaplanmıştır. Bu olgularda; MVV'nin azalması, buna karşılık egzersizde dakika ventilasyonunun belirgin artması nedeniyle oran artar (3).

Egzersizde ventilasyonun artışı; VT ve f'deki artışla olmaktadır. KOAH ve sağlıklı olgularda pik egzersizde VT ve VC artışı paralel olmaktadır (1,3,22). Bu çalışmada pik egzersizde VT ve f'de belirgin artış gözlemlendi (p< 0.001). Ti/Ttot oranı istirahatte 0.39 ± 0.06 idi. Egzersizde bir miktar artış olmakla beraber bu artış anlamlı değildi (pik egzersizde Ti/Ttot: 0.41 ± 0.04) (Tablo 4). Bauerle ve O'Donnell bu olgularla yaptıkları ça-

Tablo 3. Tüm olgularımızın pik egzersiz testi metabolik ve ventilasyon parametreleri.

Parametreler	Grup 1 (n: 20) Ort. ± SD	Grup 2 (n: 12) Ort. ± SD	p
Kalp hızı (/dakika)	131.50 ± 14.62	157.25 ± 14.41	< 0.001
İş yükü (watt)	117.78 ± 37.45	167.17 ± 41.53	< 0.01
VO ₂ (L/dakika)	1.03 ± 0.32	2.31 ± 0.50	< 0.001
VO ₂ (%)	46.15 ± 10.18	74.33 ± 16.57	< 0.001
VO ₂ /kg (mL/kg/dakika)	14.09 ± 3.92	29.05 ± 6.98	< 0.001
VO ₂ /kg (%)	53.70 ± 11.72	70.00 ± 16.24	< 0.01
VCO ₂ (L/dakika)	1.24 ± 0.43	2.46 ± 0.65	< 0.001
RQ	1.19 ± 0.13	1.06 ± 0.12	< 0.01
VTeg (L)	1.26 ± 0.41	2.21 ± 0.62	< 0.001
VEeg (BTPS) (L/dakika)	46.48 ± 13.80	74.87 ± 21.81	< 0.001
VE/MVV (%)	88.53 ± 18.02	-	-

Tablo 4. KOAH'lı olguların istirahatte ve pik egzersizdeki ventilasyon ve arter kan gazları parametreleri.

Parametreler	Grup1 (n: 20) (İstirahatte) Ort. ± SD	Grup 1 (n: 20) (Pik egzersizde) Ort. ± SD	p
Solunum sayısı (/dakika)	22.70 ± 6.61	37.85 ± 7.23	< 0.001
Kalp hızı (/dakika)	22.70 ± 6.61	37.85 ± 7.23	< 0.001
VT (L)	0.70 ± 0.15	1.26 ± 0.42	< 0.001
VE (BTPS) (L/dakika)	16.07 ± 6.97	46.48 ± 13.80	< 0.001
Vd/VT Est	0.40 ± 0.07	0.25 ± 0.07	< 0.001
Ti/Ttot	0.39 ± 0.06	0.41 ± 0.04	BD*
pH	7.43 ± 0.04	7.36 ± 0.05	< 0.001
PaO ₂ (mmHg)	66.33 ± 9.01	67.02 ± 16.71	BD*
PaCO ₂ (mmHg)	39.69 ± 4.35	40.12 ± 6.93	BD*

* Belirgin değil

lışmalarda; pik egzersizde Ti/Ttot oranını sırasıyla 0.40 ve 0.36 olarak tespit etmişler, O'Donnell istirahat ve pik egzersizdeki Ti/Ttot oranının farklı olmadığını bildirmiştir (19,23). Bizim olgularımızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Egzersizde f'deki artışla beraber inspirasyon süresi ve total nefes süresi aynı oranda azalmaktadır. Bu nedenle bu oran değişmemektedir. Bazı çalışmalarda hafif KOAH olgularında bu oranın arttığı da bildirilmiştir (3).

Arter kan gazları sonuçları incelendiğinde; egzersizle PaO₂, SaO₂ ve PaCO₂'de değişiklik gözlenmezken pH'da azalma tespit edildi (Tablo 4). KOAH'da egzersizde, belirginleşen V/P denge-

sizliği ve hipoventilasyon nedeniyle desatürasyonun geliştiği bildirilmiştir. Özellikle şiddetli KOAH olgularında çok daha belirgin olan hipoventilasyon ve inspire edilen havanın dağılımındaki bozukluk nedeniyle PaO₂'de azalma gözlenmektedir (1,9). Bizim olgularımızda desatürasyonun gelişmemesinin; olgularımızın hafif-orta derecede hava yolu obstrüksiyonu olan grupta yer almasına bağlı olduğu düşünüldü (FEV₁: %56, FEV₁/FVC: %60). Olgularımızın %45'inde anaerobik eşik değerine ulaşıldığı gözlemlendi. Midorikawa ve arkadaşları araştırmalarında, 25 KOAH olgusunun 11'inde (%44) anaerobik eşik değerini tespit edebilmiştir (24). Bizim çalışmamızda anaerobik eşik seviyesindeki VO₂: %42

Tablo 5. KOAH'lı olgularımızın pik egzersiz iş yükü, oksijen tüketimi ve dakika ventilasyonunun diğer parametrelerle ilişkisi.

Parametreler	İş yükü (watt)	VO ₂ (L/dakika)	VE (L/dakika)
	r	r	r
Yaş (yıl)	- 0.35	- 0.59**	0.01
Sigara (paket-yıl)	- 0.46	- 0.61**	0.07
FVC (%)	0.05	- 0.09	0.20
FEV ₁ (%)	0.40	- 0.09	0.17
FEV ₁ /FVC%	0.61**	0.03	- 0.02
FEF ₂₅₋₇₅ (%)	0.45	- 0.08	0.04
FEF ₇₅ (%)	0.47*	- 0.21	0.06
MVV (%)	0.29	- 0.16	0.09
VC (%)	0.49*	0.14	0.33
TLC (%)	- 0.13	0.06	- 0.27
EELV (%TLC)	- 0.25	- 0.23	0.13
DLCO (%)	0.06	0.48*	- 0.05
Pi _{max} (%)	0.54*	0.47*	0.32
P _{0,1} (cm H ₂ O)	0.38	- 0.16	0.14
Ti (sn)	0.27	0.61**	0.14
Ttot (sn)	0.25	0.57**	0.11
Ti/Ttot (%)	0.21	0.28	0.17
VT (L)	0.01	0.58**	0.60**
VT/VC (%)	0.32	0.62**	0.61**
VE (L/dakika)	- 0.29	- 0.45*	0.08
Vd/Vt	- 0.27	- 0.33	0.04
VE/VCO ₂	- 0.30	-0.47*	0.03
VE/VO ₂	- 0.31	-0.41	- 0.02
PaO ₂ (mmHg)	0.49*	0.28	0.01
PaCO ₂ (mmHg)	- 0.20	0.01	- 0.33
SaO ₂ (%)	0.49*	0.33	0.01

* p< 0.05, ** p< 0.01

idi. Olgularımızdaki hava yolu obstrüksiyonunun derecesiyle ilgili olarak anaerobik eşikteki VO₂'nin fazla azalmadığı düşünüldü.

Carlson ve Pineda, KOAH olgularında VO_{2max}'ın, solunum fonksiyon testleri (özellikle obstrüktif parametreler ve akciğer volümleri) ve arter kan gazları parametreleriyle ilişkili olduğunu bildirmiştir (6,7). Dillard ve arkadaşları, VO_{2max} ile FEV₁, DLCO, Pi_{max}'in (2); Tatlıcıoğlu ve Gürsel'de, VO_{2max} ile FEV₁, FVC, MMV, DLCO, FEF₂₅₋₇₅, PEF'in ilişkili olduğunu göstermişlerdir (25,26). Son yıllardaki çalışmalarda ise; FEV₁'in ventilasyon sınırlı egzersiz testinde bir indeks ol-

duğu bildirilmiştir (27). Bazı çalışmalarda, yapılan regresyon analizleriyle oksijen tüketimini; solunum fonksiyon testleri ve arter kan gazları parametrelerinden tahmin etmeye yönelik oldukça farklı eşitlikler tespit edilmiştir (2,6,7), bu farklılığın değişik şiddetteki hasta gruplarının değerlendirilmesinden ve farklı protokollerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle de bu olgularda maksimum ve pik VO₂'yi ve iş yükünü tahmin etmeye yönelik standart eşitlikler yoktur. Halen bilinen, bu parametrelerin solunum fonksiyon testleri ve arter kan gazları parametreleriyle değişken ilişkiler gösterdiği. Yapılan çalışmalarda, genellikle sunulan sonuç-

lar; egzersiz parametrelerinin özellikle obstrüktif parametreler, akciğer volümleri, solunum kas gücü ve oksijen saturasyonu ile anlamlı derecede ilişkili olduğunu göstermektedir.

Bizim çalışmamızda da, pik VO_2 ; DLCO (%), $P_{i_{max}}$ (%), VE, VT, Ti, Ttot, VT/VC (%) ile, pik iş yükü ise; FEV₁/FVC (%), FEF₇₅ (%), VC, $P_{i_{max}}$ (%), PaO₂, SaO₂ ile önemli derecede ilişkiliydi ($p < 0.05$, $p < 0.01$) (Tablo 5). Egzersiz parametrelerinin kendi aralarında da oldukça korele olduğu izlendi ($p < 0.01$). Bu sonuçlar literatürle uyumluydu (2,6,7,23,25,26).

KOAH olgularında iskelet ve solunum kaslarındaki yapısal ve metabolik değişimler (kas kitlesinde azalma, fibril tiplerinde değişme, metabolik enzimlerdeki değişimler gibi) nedeniyle kas gücü ve dayanıklılığında azalma olmaktadır (28,29). Bu olgularda santral ve periferik nedenlere bağlı olarak iskelet kaslarına oksijen transportu ve kullanımı arasındaki denge bozulmaktadır (29). İskelet ve solunum kas fonksiyonlarındaki değişiklikler egzersiz kapasitesinin kısıtlanmasında önemli faktörlerdir. Dillard ve arkadaşları, pik inspiratuvar basıncın egzersiz kapasitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri olabileceğini iddia etmektedirler (2). Bizim çalışmamızda da inspiratuvar solunum kas gücü, hem oksijen tüketimi hem de iş yükü ile ilişkili bulundu. Difüzyon kapasitesindeki azalma, gaz değişim bozukluklarına ve oksijen tüketiminde azalmaya neden olur. Literatürlerle uyumlu olarak, bu çalışmada da bu ilişki gösterildi (2,6,25). Solunum paterni; bu olgulardaki dinamik hiperinflasyona bağlı gelişen dispne hissini azaltmak amacıyla değişmektedir (1). Bu nedenle solunum paterniyle egzersiz kapasitesi arasında ilişki olması, beklenen bir bulgudur. Yine pik iş yükü; hava yolu obstrüksiyonu ve arteriyel hipoksiyle ilişkiliydi. Bu ilişkinin; bu olgulardaki egzersiz kapasitesinin azalmasında; gaz değişimi ve ventilasyondaki değişikliklerin rolüne bağlı olduğu düşünüldü (2,6,7). Pik VO_2 ile obstrüktif parametreler ve arter kan gazları parametreleri arasında bir ilişkinin bulunamamasının olgu sayısının azlığına bağlı olabileceği düşünüldü. Daha çok sayıda olguyla yapılacak çalışmaların bu konuda daha iyi bilgi vereceği kanaatindeyiz.

Sonuç olarak, hafif ve orta şiddetteki KOAH olgularında, pik oksijen tüketimi ve iş yükü azalmaktadır ve egzersiz kapasitesi belirgin olarak kısıtlanmaktadır. Bu olgularda egzersiz kısıtlanmasının en iyi; hava akım hızları, difüzyon kapasitesi, inspiratuvar solunum kas gücü, solunum paterni ve arter kan gazları parametreleriyle ilişkili olduğu gösterildi. Buna göre bu parametrelerin egzersiz kapasitesindeki azalmayı daha iyi gösterebileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Gallagher CG. Exercise limitation and clinical exercise testing in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med* 1994; 15: 305-26.
2. Dillard TA, Piantadosi S, Rajagopal KR. Determinants of maximum exercise capacity in patients with chronic airflow obstruction. *Chest* 1989; 96: 267-71.
3. Agusti AGN, Cotes J, Wagner PD. Responses to exercise in lung diseases. In: Roca J, Whipp BJ (eds). *Eur Res Monograph* 6; clinical exercise testing 1997; 2: 32-50.
4. Folgering H, Palange P, Anderson S. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: Indications and protocols. In: Roca J, Whipp BJ (eds). *Eur Res Monograph* 6; Clinical Exercise Testing 1997; 2: 51-71.
5. Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, et al. Exercise capacity and ventilatory, circulatory and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 935-40.
6. Carlson DJ, Ries AL, Kaplan RM. Prediction of maximum exercise tolerance in patients with COPD. *Chest* 1991; 100: 307-11.
7. Pineda H, Haas F, Axen K, Haas A. Accuracy of pulmonary function tests in predicting exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1984; 86: 564-7.
8. ATS. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 77-120.
9. Ruppel G. *Manual of Pulmonary Function Testing*. 5th ed. Missouri: Mosby Year Book 1991: 122-55.
10. ATS. Standardization of spirometry (1994 Update) *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 1107-36.
11. Quanjer P, Tammeling FJ, Cotes JE, et al. Standardised lung function testing; lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur Respir J* 1993; 6(Suppl 16): 5-40.
12. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: Normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99: 696-702.

13. Burki NK. Breathlessness and mouth occlusion pressure in patients with chronic obstruction of the airways. *Chest* 1979; 76: 527-31.
14. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, et al. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131: 700-8.
15. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of exercise testing and interpretation. 2nd ed. Philadelphia: A Waverly Comp 1994: 80-94.
16. Covey Mk, Larson JL, Alex CG, et al. Test-retest reliability of symptom-limited cycle ergometer tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res* 1999; 48: 9-19.
17. Köseoğlu F, Deviren SD, Karabıyıkçıoğlu G, Yorgancıoğlu R. Ergometrik testte elde edilen parametreler ve yorumları. *Ege Fiz Tıp Reh Der* 1998; 4: 289-97.
18. Weisman ID, Zeballos RJ. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994; 15: 421-45.
19. O'Donnell DE, Webb KA. Exertional breathlessness in patients with chronic airflow limitation: The role of lung hyperinflation. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 1351-7.
20. O'Donnell DE, Bertley JC, Chau LKL, Webb KA. Qualitative aspects of exertional breathlessness in chronic airflow limitation: Pathophysiologic Mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 109-15.
21. Natif N, Shiner RJ, Gaides M, Ben-Dov I. Improved breathing capacity during exercise in severe obstructive airway disease. *Respir Physiol* 1998; 112: 145-54.
22. Gowda K, Zintel T, McParland C, et al. Diagnostic value of maximal exercise tidal volume. *Chest* 1990; 98: 1351-4.
23. Bauerle O, Chrusch CA, Younes M. Mechanisms by which COPD affects exercise tolerance. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 57-68.
24. Midorikawa J, Hida W, Taguchi O, et al. Lack of ventilatory threshold in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 1997; 64: 76-80.
25. Tatlıcıoğlu T, Gürsel G. Kronik obstrüktif akciğer hastalığında maksimum egzersiz kapasitesinin solunum fonksiyon testleri ile ilişkisi. *Solunum Hastalıkları* 1996; 7: 47-55.
26. Gürsel G, Tatlıcıoğlu T. Kronik obstrüktif akciğer hastalığında işgöremezlik değerlendirilmesinde solunum fonksiyon testleri ile egzersiz testlerinin karşılaştırılması. *Tüberküloz ve Toraks* 1998; 46: 13-8.
27. Fink G, Lebzelter J, Turner D, et al. Pulmonary function threshold for distinguishing ventilatory and nonventilatory-limited patients with airflow obstruction. *Respir Med* 1998; 92: 1245-50.
28. Akkoca Ö, Saryal S, Karabıyıkçıoğlu G. KOAH'da hiperkapnik ve normokapnik olgularda solunum kas gücü. *Tüberküloz ve Toraks* 1999; 47: 424-30.
29. A Statement of the ATS and ERS: Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1-40.

Yazışma Adresi:

Dr. Öznur AKKOCA

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Göğüs Hastalıkları ve Tüberküloz Anabilim Dalı

Cebeci, ANKARA