

AKIM-VOLÜM HALKASI VE UYKU-APNE SENDROMU

YILDIRIM, N., GÖZÜKİRMİZİ, S., KAYNAK, H.,
MADAZLIOĞLU, S., YENEL, F., DENKTAŞ, H.

ÖZET: Son yıllarda yapılan çalışmalarda akim-volüm halkasında gözlenen en önemli bulguların, özellikle ekstratorasik hava yolu darlığının herkeşçe kabul edilen kriteri olan zorlu vital kapasitesinin %50'sindeki inspirasyondaki akim hızının inspirasyondaki akim hızına oranının VE_{50}/VI_{50} 1'den büyük olması ve yukarı hava yolu akim osilasyonlarının olmasıdır. Bu apne sendromunun tanısında uyku aşısından elde edilebilen en önemli bulgular olduğu iddia edilmektedir (10,11,12,13,14,15). Bu amaçla çalışmamızda da, uyku apne sendromundan şüphelenilen 50 kronik obstrüktif akciğer hastalığı olgusunda spirometri, akim volüm halkası, alveolar burun noz gaz muayenesi ve polisomografik uyku çalışması yapıldı. 18 olgumuzda obstrüktif tipte uyku apne sendromuna rastlandı. 32 olguda ise uyku-apne sendromunun polisomografik bulgusu yoktu. Yukarı hava yollarında akim osilasyonları araştırıldığında obstrüktif tipte uyku-apne sendromu sabit edilen olguların %55,5'inde, uyku-apne sendromu saptanmayan olguların %37,5'inde saptandı. Ekstratorasik yukarı hava yolu darlığının en önemli kriteri olan VE_{50}/VI_{50} değeri ise hiç bir olgumuzda 1'den büyük değildi. Akim-volüm halkasında gözlenen normalden sapsmalar yukarı hava yolu darlıklarını göstermekte ise de obstrüktif tipte uyku apne sendromuyla beraber olması da şart değildir. Özellikle KOAH olgularında periferik faktörlerden daha farklı mekanizmaların, belki de santral bir komponentin katılımından söz edilebilir.

ÖZET: Burhanettin YILDIRIM, Erbil GÖZÜKİRMİZİ, Hakan KAYNAK, Süha MADAZLIOĞLU, Faruk YENEL, Hayrunissa DENKTAŞ, İ. Ü. Cerrahpaşa Medical Faculty, Department of Respiratory Medicine and Neurology.

Flow-volume loop and sleep-apnea syndrome. $VE_{50}/VI_{50} > 1$ is an important sign disorder of extratoracic upper airway. In our study, 50 patients with COAD were examined one night polysomnographically. Eighteen patients had apnea hypopnea indices greater than 5. None of the patients who had apnea-hypopnea syndrome were with $VE_{50}/VI_{50} > 1$ Saw-

Doç.Dr.Burhanettin YILDIRIM, Prof.Dr.Faruk YENEL, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fak.İç Hast.Anabilim Dalı, Doç.Dr.Erbil GÖZÜKİRMİZİ, Dr.Hakan KAYNAK, Dr.Süha MADAZLIOĞLU, Prof.Dr.Hayrunissa DENKTAŞ, İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fak.Nöroloji Anabilim Dalı.

tooth sign was found in 55.5 % patients with apnea-hypopnea syndrome and 37.5 % in others.

Anahtar sözcükler: Akım-volüm halkası, uyku apne sendromu.
Key words: Flow-volume loop; sleep-apnea syndrome

GİRİŞ: Obstrüktif tipte uyku apne sendromu tanısında gündüz elde edilen akım-volüm halkasının tanı değeri yaklaşık 10 yıldır tartışılmaktadır (10,11).

Ekstratorasik hava yolu darlıklarının varlığını doğrulamakta çeşitli kriterler sayılmıştır. Bunlardan en önemlisi akım-volüm halkasında zorlu vital kapasitenin %50'sindeki zorlu ekspirasyon akımının zorlu inspirasyon akımına oranının 1'den büyük olmasıdır (1,5,6,7,8,10,11). Bu kriter çok sayıda araştırmacı tarafından tartışmasız kabul görmektedir. Akım-volüm halkasında %80 helyum-%20 O₂ iktiva eden gaz karışımı sulu olduğunda halkanın inspirasyon bölümünde ve pik ekspirasyon akım değerlerinde % 20'den fazla artış yukarı solunum yolu darlığının kanıtı olarak kabul edilmektedir(7,15).

Bir ikinci kriter testere diği paterni "Saw-tooth sign" olarak adlandırılan akım-volüm halkasında gözlenen akım osülasyonlarıdır(10). Bu kriterler obstrüktif tipte uyku-apne sendromu olgularında sık rastlanmakla beraber bu sendromu göstermeyen olgularda da gözlemlenmektedir. Bu normal diği bulguların obstrüktif tipte uyku apne sendromuna özgünlüğü tartışılmaktadır.

Tartışmalı olan bir başka konu da uyku-apne sendromunda gözlenen ekspiratorasik solunum yolu oklüzyonunun ya da obstrüksiyonunun nedenidir. Hipotezlere göre solunum yolu inspirasyonda olduğu gibi mevcut negatif basınç nedeni ile dıştan içe doğru itilmektedir. Ya da yukarı solunum yolu duvarındaki kas tonusu azalmıştır ve sonuçta solunum yollarında oklüzyon oluşmaktadır. Mekanik görüşü destekleyenlere göre temel öğe, inspirasyonda daha da negatif hale gelen solunum yolu negatif basıncının bencil rol oynamasıdır. Fonksiyonel hipoteze göre ise uykuya bağlı olarak yukarı solunum yolu kas tonusu sentral orijanlı olarak azalmaktadır(5).

Bizde kliniğimiz hasta poliasyona içinde önemli yer tutan KOAH olgularının anamnezlerinde sık rastlanan gündüz uyuklama, gece uykusuzluk, impotans, kişilik değişimleri, gece artan dispne, çarpıntısı şikayetlerini dikkate alarak uykularını polisomnografik olarak inceledik. Bu olgulardan obstrüktif tipte uyku-apne sendromu tesbit ettiğimiz ve etmediğimiz olguların gündüz elde edilen akım-volüm halkasının tanı koydurucu değerini irdelemeyi ve yukarıda ifade edilen

ötezlere ışığı altında nedene yaklaşmayı amaçladık.

GEÇ VE YÖNTEM: Kliniğimiz hasta popülasyonu içinden gündüz uyuklama ve uykusuzluk, norlma, ortostatik şikayetleri olan olgulardan 50 KOAH şüpheli alındı, 9'u kadın 41'i erkekti. Olgularımızın yaş ortalaması 55-11.24'tir.

Kliniğimiz solunum fonksiyonları laboratuvarında rutin solunum fonksiyon testleri uygulandı. Zorlu vital kapasite (FVC), 1. saniyedeki zorlu vital kapasite (%VC₁), maksimum ekspiryum ortası akım sürati (MMFR) ölçüldü. Değerleri Bates ve arkadaşlarının değerleri ile karşılaştırıldı. Arter kan gazı analizleri yapıldı (Tablo 1).

Tablo 1.

No	PaO ₂ mmHg	PaCO ₂ mmHg	pH	FVC ml	FVC ₁ ml	FVC ₁ /	MMFR l/sn
						FVC	
1	77.0	45	7.34	1708.6	876.46	48.92	0.48
2	80.0	47.9	7.34	1429.42	1403.16	11.88	0.32

Zorlu ekspirasyon ve inspirasyon anındaki akım hızları spiromografteki pnömotograf yardımı ile ölçüldü ve bir x-y yazıcısı yardımı ile kaydedildi. Çizdirilen 3 akım-volüm halkesından en iyi olanı alındı. Bu halka ve spirometrik veriler yardımıyla zorlu vital kapasitesinin %50'sindeki ekspirasyon akım hızının, inspirasyon V_{50}/V_{1-50} akım hızına oranı, pik inspirasyon akım (PIFR= V_1) değeri, 1. saniyedeki zorlu vital kapasitesinin pik ekspirasyon akım değerine oranı bulundu (FVC/PEFR) ve inspirasyon akımın plato çizip çizmediği araştırıldı. Ayrıca Sanders ve arkadaşlarının ve Vincker ve arkadaşlarının çalışmalarında inceledikleri şekilde akım-volüm ilişkisinde inspirasyon ya da ekspirasyonda en az üç ya da daha çok dal'eden daha büyük olmayan düzenli akım osilasyonları testere dişli olarak değerlendirildi(10,11) (Tablo 2).

Tablo 2.

No	V ₁ l/s	FVC/PEFR ml/l/dak	V _E % 50 / V ₁₋₅₀	Insp.Plato	Testere
					Dişi
1	2.88	6.04	0.32	3 olguda +	22 olguda +
2	1.27	2.13	10.20	47 olguda -	28 olguda -

Bu araştırmalara g6re FIF 3 l/s'den k6ç6k olanı FVC/FEFV oranının 10ml/l/s'den b6y6k olması, VE₅₀/VI₅₀ oranının 1'den b6y6k olması ve inspirasyon akımlarının plato 6izmesi bulgularından uyanan pozitif olarak yukarı solunum yolları obstrüksiyonu varlığı olarak kabul edilir.

Olgular Nefroloji Bilim Dalı uyku laboratuvarında "B6 6'r gece boyunca uyku testlerine tabi tutuldular, FEG, EOG, EMG, EXG, burun ve ağızda hava akımının kayıtları yanında g6ğ6s ve karında bulunan iki kaydedici yardımı ile solunum kaydı da yapıldı. Hipopne soluk vol6münün %50 ve altına d6şmesi şeklinde değerlendirildi(3,5). Santral aone burun ve ağızdan hava akımının toraks-abdomen hareketleri ile birlikte durması obstr6ktif apne ise hava akımının durmasına rağmen toraks abdomen hareketlerinin devam etmesi olarak kabul edildi(3,4,9). Apne s6resi en kısa 10 saniye olmalıdır. Uyku apne sendromu denebilmesi i6inde saatteki apne sayısının 5 ten fazla olması gerekmektedir. Uyku apnesinin tesbit edildiği olgular belirgin apne tipine g6re obstr6ktif ya da santral tiye adlandırıldıılar.

BULGULAR: KOAH intratoraksik 6oğunlukla k6ç6k hava yollarını tutan ekspirasyonda akım kısıtlaması ile kendini g6steren olgular p'obudur. Buna g6re KOAH olgularının akım vol6m halkalarında akım kısıtlaması halkanın ekspirasyon b6l6m6nde olup 6aha 6nceki 6alışmalarımızda da değerlendirdiğimiz gibi d6zenli akım hızında asılma ile seyreden Tip II eğrisi ya da, vital kapasitenin ilk %25'indeki akım hızlarında %50 ya da daha fazla hızlı bir akım d6ş6s6nden sonra d6ř6k akımlı bir plato 6izen Tip I eğrisi seklindedir(16). Bu durumda ekspirasyonda akım hızlarında meydana gelen asılma tipiktir.

Ekstratoraksik yukarı solunum yollarında g6zlenen obstrüksiyon ya da oklizyonun akım vol6m halkasında beklenen sonucu halkanın inspirasyon b6l6m6indedir. Obstr6ktif tipte uyku apne sendromu tesbit edilen olguların FV₅₀ akım değeri (2,7-1 l/s) olmasına rağmen bir plato 6izmemektedir. Lavella ve Vincker'ın 6alışmalarında yukarı solunum yolu obstruksiyonu temel kriteri olarak aldıkları bu d6rt değerden sadece 6' tanesinin varlığına b6lge 6alışmalarında da d6klendişmektedir. Olgularımızdan sadece bir tanesinde bu kriterlerden 3 tanesi pozitif olarak bulundu. Inspirasyon akımı plato 6iziyordu. VE₅₀ 4,7 l/s idi, FVC/FEFV 15,4'ten 6ok b6y6k bir oranla pozitif idi ama VE₅₀/VI₅₀ 0,93 olup, polinosografin etkisinde apne ya da hipopne tesbit edilmedi.

Testlere d6đi pateryinin yukarı solunum yolu varlığına tesbit edemeyen incelediğinde de obstr6ktif-uyku-ane-hipopne sendromuna g6p6l olmadığı g6r6ld6. Obstr6ktif tipte uyku apne sendromu g6steren olguların %55,5'inde akım os6llasyonları g6zlendi. Uyku-apne-hipopne sendromu

esbit edemediğimiz olgularda sıklığı ise %37.5 idi. Uyku apne-hipopne-
gularında testere dişli paterninin sensitivitesi %55.56 iken,
spesifitesi ise %27.58'dir.

Obstrüktif tipte uyku-apne sendromu gösteren 18 olgunun 9'unda
hipoksi ve hiperkarbi saptanırken, 9 olguda da sadece hipoksi mevcuttur.

Tablo 3.

Grup	n	Pall		Paco ₂		FVC		FVC/		V		FVC/FTB		V		Insp- Pato	Testere Dişli Bulgu
		mmHg	mmHg	ml	ml	%	%	l/s	ml/dak	l/250							
Non-Hiperkarbitik IK + SE	56	70	39.4	1.35	1590	1060(31)	59.28	0.8	2.96	7.14	0.3	1 olguda(+)	6 olguda(+)				
Hiperkarbitik IK + SE	51	73	47	1.59	1077	556(31)	13.63	0.83	1.20	2.05	0.7	9 olguda(-)	3 olguda(-)				
Birlikless n	51	6	32	2.32	1223	66	70	52.67	0.45	2.52	0.13	0.45	9 olguda(-)	4 olguda(+)			
n	12	53	6	6.56	0.30	367	57	233(30)	12.23	0.18	1.18	1.38	0.3	9 olguda(-)	5 olguda(-)		

Sadece hipoksik olan olgularda PaO_2 ortalama $64,08 \pm 6,19$ mmHg ve $PaCO_2$ ortalama $39,4 \pm 1,59$ ve pH ortalama $7,36 \pm 0,02$ 'dir. Hipoksi ve hiperkarbinin beraberce gözleendiği olgularda ise PaO_2 ortalama $53,6 \pm 12,53$ mmHg, $PaCO_2$ ortalama $52,92 \pm 6,56$ mmHg ve pH $7,32 \pm 0,02$ 'dir. uyku sendromu göstermeyen 28 olgudan 19'unda hipoksi ve hiperkarbi, 8'inde ise sadece hipoksi mevcuttur. Arter kan gazı tablosu ile obstrüktif tipte uyku apne sendromu görülmesi arasında da ilişki yok gibi görülmektedir (Tablo 3).

Sadece hipoksili uyku-apne-hipopne sendromlu olgularda, hipoksi ve hiperkarbisi olan uyku-apne-hipopne sendromlu olgular arasında arter kan gazları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Olgularımızın yaşları ile uyku apne sendromu arasında ilişki araştırıldığında da apne-hipopne gösteren olguların yaş ortalaması $62,05 \pm 10,94$ iken bu bulguyu göstermeyen olguların yaş ortalaması $50,78 \pm 9,81$ 'dir.

İRDELEME: Obstrüktif tipte uyku-apne sendromu gösteren olgularda akım volüm eğrisinde gözlenen testere dişi pat-ının Özeminin ilk defa Sanders ve arkadaşları 1981'de değinilenlerdir. Araştırmacıları yukarı solunum yolları duvarındaki akım engellenmelerinin inspirasyonda ve ekspirasyonda olabileceğini belirttiler ve obstrüktif tipte uyku apne sendromu gösteren olgularda kardi verilerinde (olgular obez kişiler) büyük miktarda sahip olduğunu iddia ettiler. Vincker ve arkadaşları ise yayınlarında bu bulgunun obstrüktif tipte uyku apne sendromu dışında da rastlanmakla beraber yukarı solunum yollarının fonksiyonel bir kusurunun erken bulgusu olabileceğini vurguladılar(11).

$\frac{VE_{50}}{VI_{50}}$ oranının 1'den büyük olmasının ekstratorasik solunum yolu obstrüksiyonunun varlığını göstermedeki önemi ise ilk defa Miller ve Hyatt'ın çalışmalarında vurgulandı(8). Kryger(6), Owens, Krieger(5) gibi araştırmacılar da bu kavayı paylaştılar. Kliniklerimizde özellikle yukarı solunum yolu organik darlıklarında(12,13,15) ve obezlerde(14) yapılan çalışmalarda bunu doğrulamaktadır. Yukarı solunum yollarında organik nitelikli yani daha önce belirttiğimiz mekanik hipoteze göre obstrüksiyonun nedeni solunum yolu negatif iç basıncındaki artışlar(5). Dinamik kompresyona sebep olan hadiselerde esas akım engellenmesi inspirasyondadır.

Akım volüm halkasının inspirasyon bölümünde gözlenen akım hızlanması $\frac{VE_{50}}{VI_{50}}$ değerinin 1'den büyük olmasına sebep olmaktadır.

Krieger ve arkadaşları çalışmalarında $\frac{VE_{50}}{VI_{50}}$ değeri ile FVC_1 arasında korelasyonu incelemişler ve $\frac{VE_{50}}{VI_{50}}$ değerinin

umuna bağımlı olduğunu bulmuşlardır(4). FVC/V_E değerinin 36%'ın altına inmesi halinde VE₂₅₀/VI₅₀ değerinin küçülebileceğini ve obstrüktif tipte uykulu apne sendromu için özgürlüğünün azalacağına inanılmıştır.

KOAH olgularında FVC/V_E oranı azalmıştır. Bizim olgularımızda ise normalde bu değer 148.92±11.88'dir. Apne-hipopne endeksi yüksek olgularımızda 249±11.42' apne-hipopne saptanmayan olgularımızda 18.85±11.35'tir. Bedece apneler ilkkate alındığında ise 127±12.65'dir. Bu durumda FVC/V_E değerine bağlılığı bilinen VE₂₅₀/VI₅₀ değerinin bizim olgularımızda düşük olması kolayca anlaşılabilir.

Ekstratorasik solunum yolu darlıklarının kriteri olarak alınan VE₂₅₀/VI₅₀ değerinin 1'den büyük olmasına KOAH ve buna eşlik eden obstrüktif tipte uykulu apne-hipopne sendromu gösteren olguların sık-ve-olüm halkalarında rastlanmayacağı aşikardır. Testere diş sternininde obstrüktif tipte uykulu apne sendromu dışında da bulunması özgürlüğünü azaltmaktadır.

Obstrüktif tipte uykulu apne sendromunda yukarı solunum yolu darlığının mekanizmasında ya inspirasyon esnasında yukarı solunum yolu basıncının negatifitesinin artması nedeniyle solunum yolları daralması ya uykuya bağlı olarak yukarı solunum yollarını dilate eden kasların inspirasyon esnasında aktivitelerinde azalma ya da her ikisi birlikte rol oynamaktadır. Ekstratorasik yukarı solunum yolu darlığının diasomografik bulgularını gözlendiğimiz, sık-ve-olüm halkalarında bunu uygulayacak kriterleri elde edemediğimiz KOAH olgularında büyük olasılıkla santral orijinli fonksiyonel mekanizma rol oynamaktadır.

Uyku esnasında gözlenen solunumsal rahatsızlıkların fizyolojisinin anlaşılması esnasında bu olguların daha çok yaşlı erkeklerde fazla olduğu dikkat çekicidir(9). Bilinirliği gibi yaşlılarda hiperkarbiye, hipoksiye solunumsal cevap güçlüğü gibi azalmıştır(4). Yine aynı şekilde solunumsal rahatsızlığı olan erişkinlerle, solunumsal rahatsızlığı olmayan erişkinler arasında da hipoksik ve hiperkarbit semplere cevap farklıdır(5). Uykulu apne-hipopne sendromlu olgularda reosensitivitenin azaldığı saptanmıştır. Aynı şekilde erişkin, erkek, solunumsal problemi olgularda yatar pozisyonunda nazal ve farangeal resistans artmıştır. Kontrol grubuna göre obstrüktif apneli olguların nazal ve farangeal hava yolları daha küçüktür. Farenk ve ekstratorasik hava yollarının açıklığı ve şeklini sağlayan 24 çift çift uykulu apne sendromundaki yer önemlidir. Özellikle genioglossus kasının önemi büyüktür. Anestezik, sedatifler, hipoksi, akciğerden çıkan lokal reflekslerin genioglossus kasının aktivitesini deprese ettiği düşünülmüştür(5).

Boyunun fleksiyonu genioldussus aktivitesini etkilemektedir. Hiperkarbinin aynı kas üzerine etkisi kas kontraksiyonlarına azaltıcı yöndedir, yine bilinmektedir ki solunum yolları kasları nispeten sabuk yorulan, utilitasyonları hızlı ve oksijenasyona fazla ihtiyaç gösteren kaslardır(2). KOAH olan hipoksiik ve hiperkarbit olgularda bu kasların sabuk yorulması ve farensis ve ekstratorasik hava yolu açıklığını sağlayamamaları mümkündür. Ayrıca aynı kasları inerve eder ve tor sinirlerin uykuda ganglion seviyesinde postsinaptik inhibisyonuda kas kontraksiyonunu etkileyerek farensis ve ekstratorasik solunum yollarının daralmasına sebep olmaktadır(2).

Ayrıca KOAH ve yaş nedeniyle hava yolları mukozasında meydana gelen değişikliklerin ve bundan kalkan mekanik impulslarında solunum yolu açıklığının korunmada önemi vardır(2).

Şu anda diyebiliriz ki KOAH olgularında polisomnografik çalışmalar esnasında görülen obstruktif tipte ayık-uyku sendromunda yağ faktörünün yanında kemosensitif alanların hipoksiyotinin ve belkide en önemli olarak ekstratorasik hava yolları çevresindeki kasların özellikle genioldussus kasının aktivite, nötrite, azalma sorumlu olabilir.

KAYNAKLAR

1. Arden, J.C., Kryger, M.F.: Upper airway obstruction 1981; *Am Rev Respir Dis* 123: 207-211.
2. Black, A.J., Faulkner, J.A., Huguenar, M.L., Benumal, J.L., Thaw, B.: Factor influencing upper airway closure 1984 *Chest* 86: 114.
3. Gould, G.A., Whyte, K.F. et al.: The sleep hypopnea syndrome 1982; *Am Rev Respir Dis* 139: 895-898.
4. Guilleminault, C., Eldridge, F.L., Folkman, A., Simmons, B., Duncan, W.C.: Sleep apnea syndrome due to upper airway obstruction. 1977; *Arch Intern Med* 137: 298-300.
5. Krieger, G., Weitzsblum, E., Vandevenne, A., Stierler, J., Kartz, D.: Flow-volume curve abnormalities and obstructive sleep apnea syndrome 1985; *87: 163-167.*
6. Kryger, M., Bode, F., Antic, R., Anthonisen, N.: Diagnosis of obstruction of the upper and central airway. *Am J Med* 1976; *61: 85-88.*
7. Lavigne, J.P., Bateman, H.K., Weg, J.G.: Isoflow-volume curves in the diagnosis of upper airway obstruction 1978; *Am Rev Respir Dis* 110: 845-852.
8. Miller, R.D., Hyatt, R.E.: Evaluation of obstructing lesions of the trachea and larynx by flow-volume loops. 1975; *Am Rev Respir Dis* 108: 421-475.
9. NHLBI Workshop Summary: Respiratory disorders of sleep. Pathophysiology, clinical implication, and therapeutic approaches

1987; Am Rev Respir Dis 136: 755-761.

Sanders, M.H., Martin, R.J., Pennock, B.E., Rogers, R.M.: The detection of sleep apnea in the awake patient; The saw-tooth sign. 1981; Jama 245: 2414-2418.

Vincker, W., Cosio, M.G.: Flow-oscillation on the flow-volume loops: A nonspecific indicator of upper airway dysfunction. 1985; Bull Eur Physiopathol Respir 21: 559-567.

Yenel, F., Inceöz, A.F., Coşkun, Y.: Yukarı hava yolu darlıklarında akım-volüm halkası 1980; Cerrahpaşa Tıp Sulteni 13: 229.

Yenel, F., Urgancıoğlu, I., Yaman, M., Yıldırım, N., Önsel, C., Boysan, H.U., Coşkun, Y.: Guatr olgularında solunum fonksiyon testleri solunum 1986; 9: 126-130.

Yıldırım, N., Yenel, F., Yılmaz, G., Yılmaz, T., Coşkun, Y.: Obezite olgularında akım-volüm halkasının tanı değeri 1987; Yeni Simgeler Dergisi 4: 26-32.

Yıldırım, N., Yenel, F., Mutlu, S., Işlak, C.: Trakea tm; Akım-volüm halkasının tanı değeri 1988; Cerrahpaşa Tıp Fak. Dergisi 3-4: 199-204.

Yıldırım, N., Umut, S., Yenel, F.: Yaygın obstruktif akciğer hastalıklarında akım-volüm halkasının şekli ile solunum fonksiyon parametrelerinin ilişkisi. Solunum 12 (Baskıda).