

Spirometre Kullanma ve Spirometri Sonucunu Değerlendirebilme Becerisi

Kullanılacak Araç-Gereçler: Spirometre

Anahtar Kelimeler: spirometre (*spirometer*)

Öğrenim Hedefleri:

- **Bilgi Hedefleri:**

Spirometre cihazının temel parçalarını sayabilme, spirometre kullanılırken dikkat edilecek hususları sayabilme, spirometre kullanım basamaklarını söyleyebilme

- **Beceri Hedefleri:**

Spirometri yapabilme, spirogram grafiklerini yorumlayabilme

Ölçme-Değerlendirme:

Bilgi hedeflerine ulaşıp ulaşılamadığı çoktan seçmeli teorik sınav ile, beceri hedeflerine ulaşıp ulaşılamadığı ise uygulama yaptırılarak değerlendirilecektir.

1. Giriş

Solunum fonksiyonlarını gösteren birçok test vardır. Kan gazı ölçümü de bir solunum fonksiyon testidir. Spirometreler solunum fonksiyonuyla ilgili bir dizi parametreyi ölçen cihazlardır. Spirometre en yaygın kullanılan solunum fonksiyon testi (SFT) cihazıdır. Temelde akciğerlere giren ve çıkan hava hacimlerini ve zamana göre oluşan volüm veya akım değişikliklerini ölçer. Bununla birlikte rezidüel volüm (RV), fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) ve total akciğer kapasitesini (TLC) ölçemez. Spirometri sonucunda zaman-volüm eğrisi ve akım-volüm halkası şeklinde spiogramlar alınabilir¹.

2. Spirometre Cihazı²



¹ Testi gerçekleştiren cihazın ismi spirometre, testin ismi spirometri ve elde edilen çeşitli tipte görsel grafikler de spirogram olarak adlandırılır.

² Buradaki bilgiler klinik beceri laboratuvarımızda bulunan MIR SPIRODOC cihazı üzerinden verilmiştir. MIR SPIRODOC bir türbin spirometredir. Spirometrelerin bunun dışında pek çok türü bulunmaktadır.

Hasta nefes alıp verdiğinde hava cihaza bağlı türbinin³ dönmesine neden olur ve cihaz bu dönüş verilerini hacim ve akış hızı parametrelerini belirlemek için kullanır⁴. Yanlış bir ölçüm yapmamak için cihazı doğrudan hava akımlarının olduğu ortamlarda (örneğin rüzgarda) kullanmamak gerekir. Türbinler tek kullanımlık (*disposable*) veya yeniden kullanılabilir (*reusable*) özellikte olabilir. Yeniden kullanılabilir türbinin doğru çalışması için, kullanım sonrası hareketini etkileyebilecek yabancı cisimlerden arındırılması ve doğru şekilde temizlenmesi gerekir. Türbin yeterince temizlenmezse, bu durum bir hastadan diğerine çapraz kontaminasyona da neden olabilir. Türbin akan su veya doğrudan hava basıncı altında tutulmamalı ve sıcak akışkanlarla temas etmemelidir.



Türbinlerin ucuna, her hasta için ayrı, tek kullanımlık (*disposable*) kağıt ağızlık (*paper mouthpiece*) takılır⁵.

Spirometre Kullanılırken Dikkat Edilecek Hususlar

1. Cihaz, rüzgarda, doğrudan güneş ışığı veya diğer yüksek ışık veya enerji kaynakları altında; tozlu, kumlu veya herhangi bir kimyasal maddenin bulunduğu ortamlarda kullanılmamalıdır.
2. Elektronik cihazlar spirometrenin doğru çalışmasını engelleyebilir. Bu nedenle spirometrenin TV, cep telefonu vb. cihazlar ile birkaç metre mesafe konularak kullanılması daha uygundur.
3. Spirometri testi yalnızca hasta istirahat halinde iken ve kendini iyi hissediyorken yapılmalıdır. Hastanın üzerinde göğüs hareketlerini kısıtlayan sıkı elbiseler bulunmamalıdır.
4. Spirometri testinde, güvenilir bir test sonucu elde etmek için hastanın tam bir zorlu ekspirasyon yapması gerektiğinden dolayı, hastanın tam bir iş birliği yapması elzemdir⁶. Sonuçların doğruluğu, kişinin önce mümkün olduğu kadar çok havayı inspire etme ve ardından tüm havayı mümkün olduğu kadar hızlı ve uzun süre dışarı verme becerisine bağlıdır. Yaşlı hastalar, çocuklar ve engelli kişiler test edilirken buna özellikle dikkat edilmelidir.
5. Solunum fonksiyonları yaşa, vücut ölçülerine (boy, ağırlık), cinsiyete ve ırklara göre değişiklik gösterir. Bu nedenle test öncesi hastanın yaşı, boyu, kilosu, cinsiyeti ve

³ Türbin, su ve gaz gibi herhangi bir akışkanın etkisiyle dönerek çalışan araçların genel adıdır.

⁴ Akış ve hacim ölçüm sensörü, periyodik kalibrasyon gerektirmeden ölçümlerin doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini sağlar.


⁵ Gerekli ağızlık, dış çapı 30 mm olan standart tiptedir.

⁶ SPIRODOC cihazı, test kabul edilebilirliği (*test acceptability/quality control*) indeksini hesaplayabilir. F uyarısı kabul edilebilir manevra olmadığı anlamına gelir. A-D uyarıları kabul edilebilir manevraların olduğunu gösterir, FEV1 değerine göre harf kodu değişiklik gösterir.

ırkına ait bilgiler üzerinden prediksyon değerleri belirlenmelidir. Test sırasında elde edilen değerler, prediksyon değerleri ile karşılaştırılarak yorumlanmalıdır. Kronik hastalığı olanlarda, hastaların kendi değerlerindeki değişimin izlenmesi ve test sonuçlarının buna göre değerlendirilmesi daha uygun olur. Sigara içenlerde solunum fonksiyonlarındaki kayıp çok daha hızlı olmaktadır.

6. Spirometri testinin bazı hastalıkların (rneğin hipo/hipertansiyon, aritmi, kalp yetmezliği, öksürüğe bağlı senkop öyküsü, serebral anevrizma, pnömotoraks, gebelik, sistemik veya solunumsal enfeksiyon) varlığında, yakın dönemde geçirilmiş hastalıklar (rneğin MI) sonrası ve belli ameliyatlardan (rneğin beyin, göz, toraks, batin, sinüs ve orta kulak ameliyatından) sonra erken dönemde yapılması riskli olabilir. Hastanın test sırasında başı dönerse, manevra durdurulmalıdır; nkn toraksa venöz dönüşün uzun süre kesilmesi nedeniyle senkop meydana gelebilir.
7. Karın, göğüs, ağız ya da yüz ağrısı bulunan kişilerde; stres inkontinansı olanlarda; testten önce fazla miktarda yemek yemiş, sigara veya alkol kullanmış ya da aşırı egzersiz yapmış olanlarda doğru test sonucu elde edilemeyebilir.
8. Ağza iyi oturan takma dişler rutin olarak çıkarılmamalıdır; nk bunlar orofaringeal geometriyi korur ve bu nedenle takma dişler yerindeyken genellikle daha iyi spirometri sonuçları elde edilir.


Uygulama Basamakları

1. Türbini, mekanik dayanağa ulaşana kadar uygun muhafazaya yerleştirilir ve durana kadar art arda saat yönünde çevrilir.
2. Ağzlık, türbini oluğunun en az 0,5 cm içine kadar yerleştirilir.
3. Kullanıcı ilgili simgeye () dokunarak spirometri test alanına erişmeli ve hangi testi yapacaksa (FVC, VC...) seçmelidir.
 - Bir test seçildiğinde ekranda, kullanımda olan türbini tipi (tekrar kullanılabilir veya tek kullanımlık) ile ilgili bilginin yanı sıra testin doğru şekilde tamamlanması için gerekli talimatlar da yer alır.
4. Burun klipsi hastanın burun deliklerinden hava çıkmayacak şekilde burnun üzerine yerleştirilir.
5. SPIRODOC cihazı iki elle her iki ucundan tutulur veya cep telefonu gibi kavranır. Dokunmatik ekran her zaman testi yapan hastaya dönük olmalıdır.




6. Ağızlık, ağzın yanlarından hava sızıntısı olmayacak şekilde ağza yerleştirilir.
7. Testi yaparken mümkünse ayağa kalkılması önerilir⁷. Baş, hafifçe yükseltilmiş olarak tutulmalıdır. Soluk verme sırasında karın kaslarının yardımıyla tüm havanın dışarı çıkması için vücudun üst kısmının öne doğru eğilmesi önerilir.



8. FVC testi () için önce tam bir inspirasyon, ardından hızlı ve zorlu tam bir ekspirasyon ve son olarak hızlı ve zorlu tam bir inspirasyon yapılır.
 - Teste birkaç dakika istirahatte soluyarak başlamak mümkündür ve işleme yardımcı olabilir.
 - Başlamaya hazır olduğunda mümkün olduğunca fazla hava inspire edilir.
 - Kolları genişçe açarak bu işlem kolaylaştırılabilir.
 - İlk inspirasyon aşaması, ağızlık ağza yerleştirilmeden önce de gerçekleştirilebilir. Önemli olan zorlu ekspirasyon öncesi akciğerleri tamamen doldurmaktır.
 - Ardından maksimum eforla mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tam bir ekspirasyon yapılır (*forced expiration*).
 - 6 saniyelik ekspirasyondan sonra cihaz sürekli bir bip sesi çıkarır, böylece kullanıcı minimum ekspirasyon süresine ulaşıp ulaşmadığını anlar⁸.
 - Daha sonra ağızlık ağızda sıkıca tutulmaya devam edilirken, yine maksimum eforla mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tam bir inspirasyon yapılarak işlem tamamlanır (*forced inspiration*).
 - Inspirasyon parametrelerini (FVC, FIV₁, FIV₁%, PIF) ölçmek istenmiyorsa bu son aşama atlanabilir.
 - Test, ağızlık ağızdan çıkarılmadan döngüyü tekrarlayarak birkaç kez gerçekleştirilebilir, bu durumda SPIRODOC cihazı en iyi testi tanır ve en iyi testin sonuçlarını otomatik olarak görüntüler.
 - Testi sonlandırmak için OK simgesine dokunulur.
 - Test sırasında SPIRODOC, sıklığı inspire edilen veya ekspire edilen havanın hızıyla doğru orantılı olan "bip" sesleri çıkarır. Böylece hekim, havanın hızının sifıra yaklaştığını ve hastanın inspirasyon ve ekspirasyon hacminin neredeyse tamamına ulaştığını anlayabilir.



9. VC testi () için (yavaş vital kapasite testi), tidal hacimde birkaç nefes alınarak başlanır. Bu şekilde üç veya dört nefesten sonra, ventilasyon profilinin ölçüldüğünü ve hastanın testi yapmaya devam edebileceğini doğrulayan bir akustik sinyal alınır.
 - "Expiratory Slow Vital Capacity (EVC)" için, akustik sinyalden sonra mümkün olduğunca çok hava yavaş bir şekilde inspire edilir ve ardından yine mümkün olduğunca çok hava yavaş bir şekilde ekspire edilir.

⁷ Bayılma riski varsa, güvenlik nedeniyle test oturma pozisyonunda, kollu ve tekerleksiz bir sandalye üzerinde yapılabilir.

⁸ Spirometri testinde, zorlu ekspirasyonun en az 6 saniyede sonlanması hedeflenir. Kabul edilebilir bir spirometri testi için zorlu ekspirasyon süresi en az 6 saniye olmalıdır.

- “Inspiratory Slow Vital Capacity (IVC)” için, akustik sinyalden sonra mümkün olduğunca çok hava yavaş bir şekilde ekspire edilir ve ardından yine mümkün olduğunca çok hava yavaş bir şekilde inspire edilir.
- Testi sonlandırmak için OK simgesine dokunulur.

3. Spirometri Testinin Sonuçlarının Yorumlanması

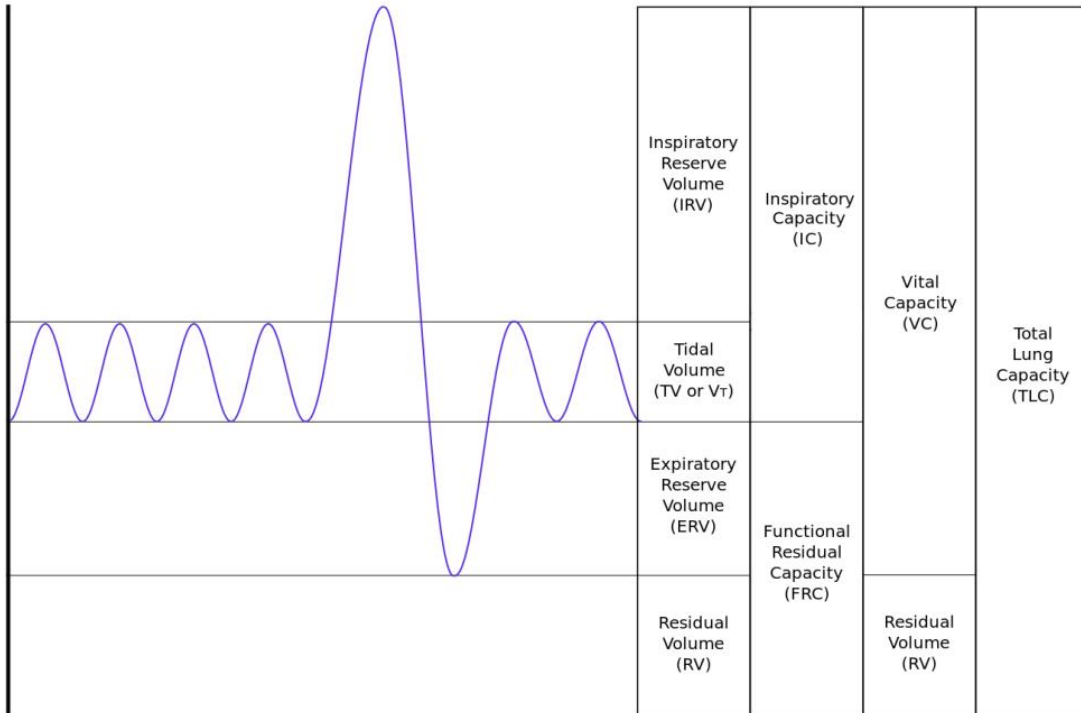
VC Testi: Akciğer volüm ve kapasitelerinin değerlendirilmesidir.

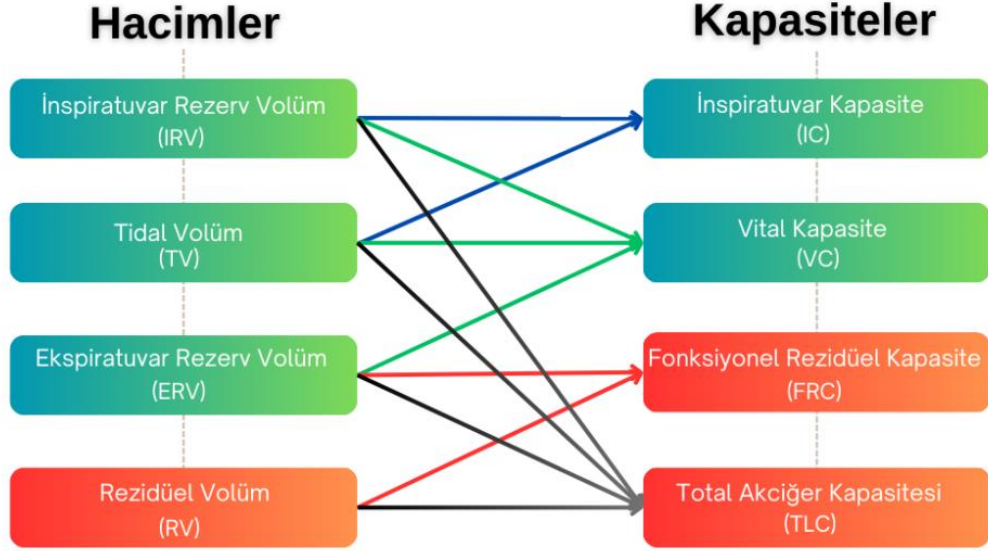
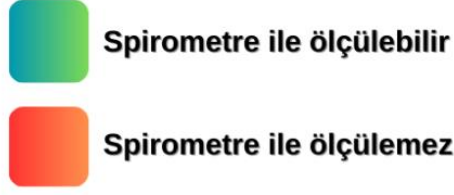
Spirometre ile aşağıdaki akciğer volümleri değerlendirilebilir. Rezidüel volüm (RV) değerlendirilemez.

- Tidal volüm (TV ya da V_T), her normal solunum hareketi ile akciğerlere alınan veya akciğerlerden çıkarılan hava hacmidir. Sağlıklı erişkin bir erkekte 500 mL kadardır.
- İnspiratuvar rezerv volüm (IRV), normal soluk hacminin üzerine alınabilen fazladan soluk hacmidir. Sakin bir inspirasyonu takiben, sakin inspirasyonun sonundan itibaren tam inspirasyonla total akciğer kapasitesi seviyesine kadar akciğerlere alınabilen hava volümüdür. Sağlıklı erişkin bir erkekte 3000 mL kadardır.
- Ekspiratuvar rezerv volüm (ERV), normal ekspirasyonun sonunda fazladan verilebilen soluk hacmidir. Sakin bir ekspirasyonu takiben, sakin ekspirasyonun sonundan itibaren tam ekspirasyonla rezidüel volüm seviyesine kadar çıkarılabilen hava volümüdür. Sağlıklı erişkin bir erkekte 1100 mL kadardır.

Spirometre ile aşağıdaki akciğer kapasiteleri değerlendirilebilir. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) ve total akciğer kapasitesi (TLC) değerlendirilemez.

- İnspiratuvar kapasite (IC) = TV + IRV
- Vital kapasite (VC) = TV + IRV + ERV





Volümler ve kapasiteler

- yaşla ters⁹, boyla doğru orantılıdır,
- kadınlarda erkeklerdekine göre daha düşüktür,
- iri yapılı ve atletik kişilerde daha yüksektir.

FVC Testi: Zorlu vital kapasite (forced vital capacity, FVC) ve birinci saniye zorlu ekspiratuvar volüm (forced expiratory volume in 1 second, FEV₁) bu testte değerlendirilen en önemli iki parametredir. Ayrıca akım-volüm halkası (akım-volüm eğrisi) da bu test sonucu elde edilen, kullanımı kolay ve ayırıcı tanıda oldukça yararlı bir grafiktir.

FVC'nin VC'den farkı, vital kapasite manevrasının maksimum hızda (zorlu) yapılmasıdır. Normal kişilerde FVC ile VC arasında anlamlı bir fark olmaz¹⁰. FVC, tam inspirasyon sonrası yapılan zorlu (hızlı ve derin) ekspirasyon ile (zorlu ekspiratuvar vital kapasite, FEVC) veya tam ekspirasyon sonrası (RV düzeyinden) yapılan zorlu inspirasyonla (zorlu inspiratuvar vital kapasite, FIVC) ölçülebilir. Sağlıklı kişilerde zorlu inspiratuvar ve ekspiratuvar vital kapasite arasında önemli bir fark olmaz. İntratorasik obstrüktif akciğer hastalıklarında zorlu ekspiratuvar vital kapasite, zorlu ekspirasyon sırasında oluşan bronşiyoller kollaps nedeniyle zorlu inspiratuvar vital kapasiteden düşük çıkar¹¹. İntratorasik hava yolu hastalıklarına daha sık rastlanması nedeniyle FVC için zorlu ekspiratuvar vital kapasite ölçümü daha sık

⁹ Doğumdan itibaren 20'li yaşlara kadar solunum fonksiyonları artış gösterirken, 30'lu yaşlardan sonra azalır.

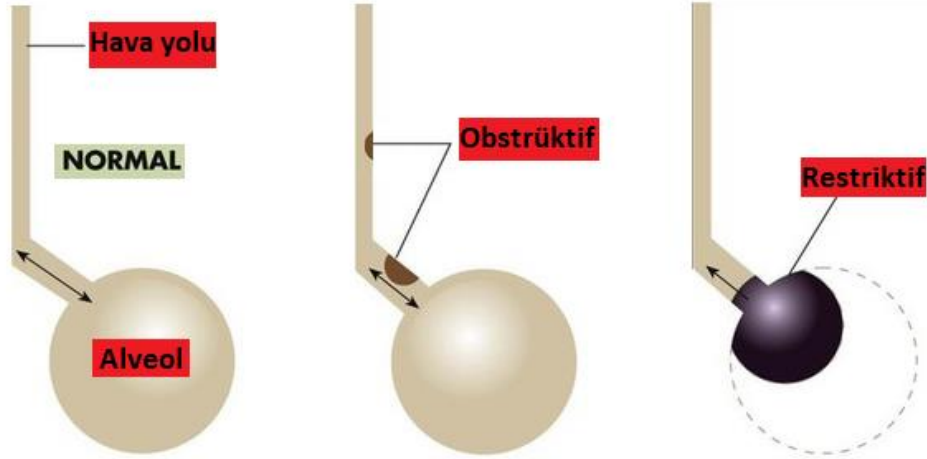
¹⁰ Bazı araştırmacılar, VC'nin normal deneklerde FVC'den hafifçe daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

¹¹ Zorlu ekspirasyon manevrası, daralmış intratorasik hava yollarını kapatarak daha az hava çıkışına neden olur.

kullanılmaktadır. FVC'nin normal olması restriksiyonu dışlar. FVC, beklenen değerin %80'inin altına indiğinde restriksiyon düşünülür. Restriksiyonun doğrulanması için spirometre ile ölçülen parametreler yeterli değildir; TLC'nin azaldığının gösterilmesi gerekir.

FEV₁, zorlu ekspirasyonun ilk bir saniyesinde çıkarılan hava hacmidir. Rutinde FEV₁'in birimi L veya mL olarak kullanılmasına rağmen, bunun bir volüm değil akım parametresi olduğu unutulmamalıdır. Sağlıklı kişilerde ekspirasyonun ilk birinci saniyesinde vital kapasitenin yaklaşık %70-80'i çıkarılabilirken, obstrüktif akciğer hastalıklarında bu oran (FEV₁/FVC) düşmektedir. FEV₁/FVC, KOAH'ta <%70'in, astımda <%80'in altında olur.

Göğüs kafesinin veya akciğerlerin genişlemesinde sorun varsa restriksiyondan bahsedilir. Toraks deformiteleri, plörezi¹², plevral efüzyon, pnömotoraks, interstisyel akciğer hastalıkları, pulmoner ödem, atelettazi ve konsolidasyon restriktif patolojilerdir. Hava yollarında darlık olduğunda obstrüksiyondan bahsedilir. KOAH ve astım obstrüktif akciğer hastalıklarıdır. Obstrüksiyonda havanın akciğerlere giriş ve çıkış hızı azalır ve bu durum ekspirasyonda daha belirgin olur¹³.



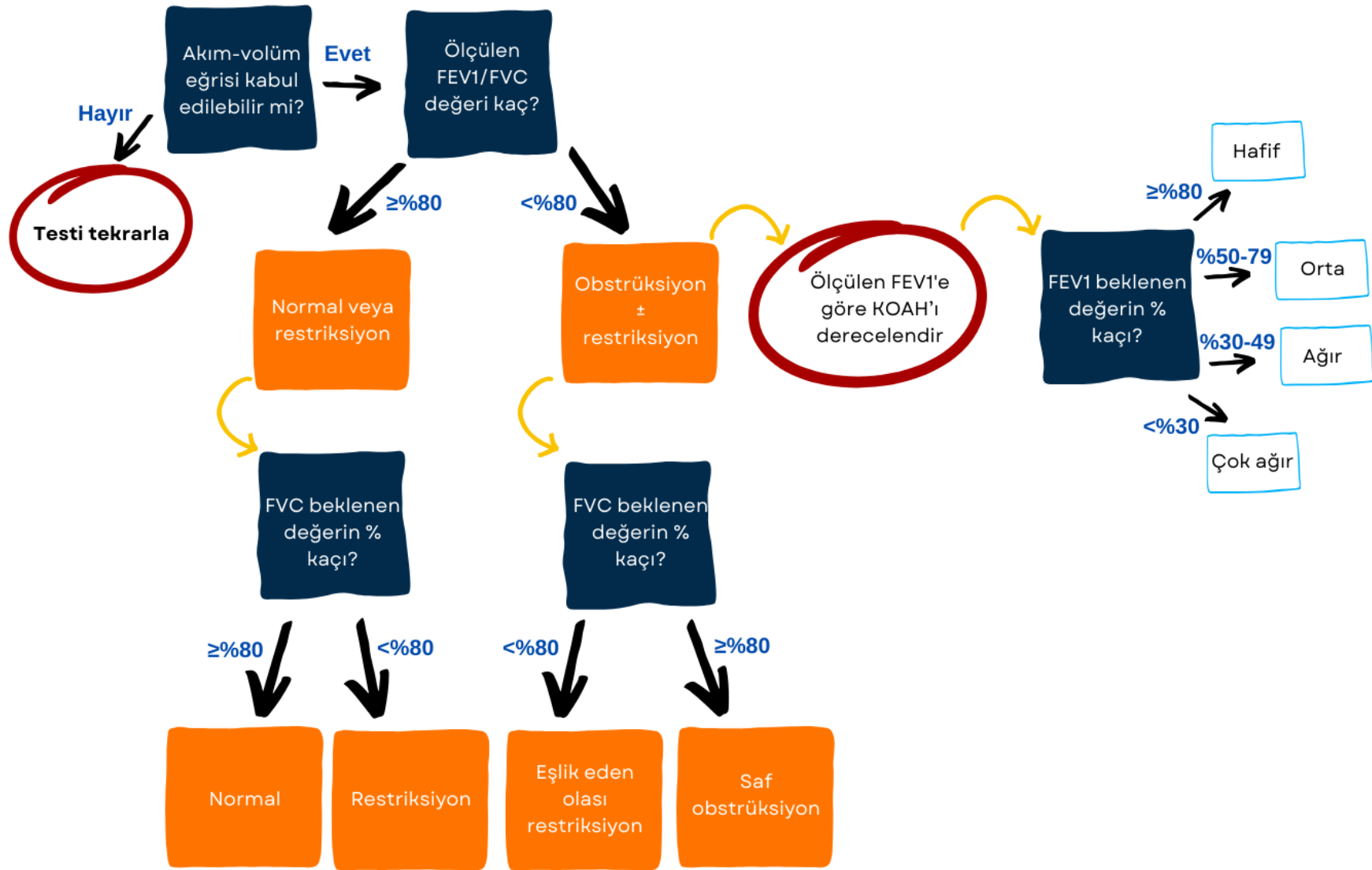
Restriktif hastalıklarda FVC azalırken, FEV₁ de FVC'ye bağlı bir parametre olduğundan dolayı azalabilir; ancak oran (FEV₁/FVC) azalmaz; normal veya artmış bulunur.

Obstrüktif hastalıkların semptomlu dönemlerinde hemen hemen daima FEV₁ düşer. FVC, obstrüktif bozukluklarda normal aralıkta olabilir, ancak ağır obstrüktif bozukluklarda FVC de azalır. Bununla birlikte, her durumda FEV₁, FVC'ye göre daha fazla azalacağı için FEV₁/FVC oranı daima azalır. Hafif obstrüksiyonu olan erken evre vakalarda bile, FEV₁'de belirgin bir azalma olmaksızın, FEV₁/FVC oranı düşük bulunacaktır.

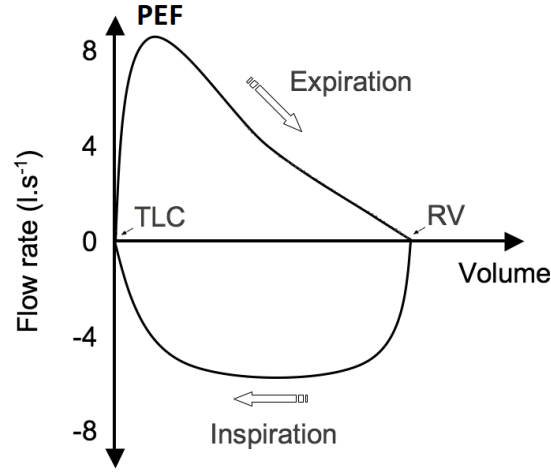
	RESTRİKSİYON	OBSTRÜKSİYON
FEV ₁ /FVC	N, ↑	↓

¹² plevrit, plörit.

¹³ Bununla birlikte, tam tıkanma durumunda tıkanıklığın distalinde atelettazi meydana gelir. Bunun solunum fonksiyonlarına yansımaları restriktif tipte olur.

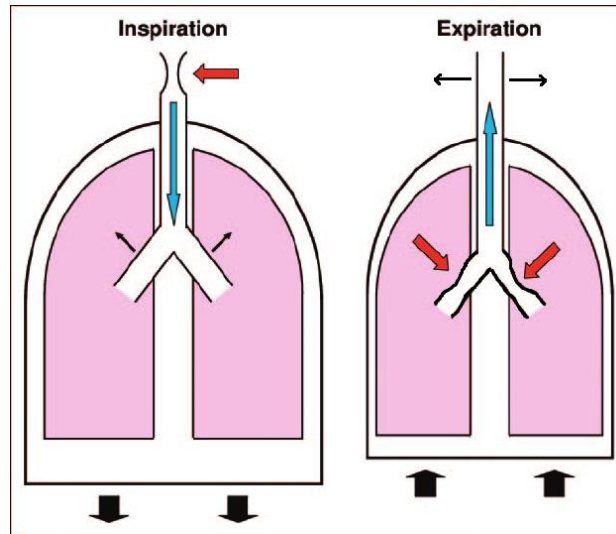


Akım-volüm halkası FEVC ve FIVC manevraları sırasında ortaya çıkan akımın volüm değişikliği ile ilişkilendirilmesiyle elde edilir. Eğrinin x eksenini volümleri (L), y eksenini akımları (L/sn) gösterir. Eğrinin üst kısmı ekspirasyonu, alt kısmı inspirasyonu gösterir. Ekspiratuvar eğri, TLC'den RV'ye doğru ekspiratuvar bölümden, inspiratuvar eğri RV'den TLC'ye doğru inspiratuvar bölümden oluşur. Sağlıklı bir erişkinde eğrinin inspirasyon kısmı simetrik iken, ekspirasyon kısmında başlangıçta erken safhada akım hızla pik yapıp (PEF¹⁴) daha sonra azalır. İyi yapılmış bir testte iki eğri birbirini tamamlayacak şekilde devamlılık gösterir ve konveks şekilde olur.



Akım-volüm halkasında meydana gelen değişiklikler şu durumlara işaret edebilir: Astım ve KOAH, intratorasik üst hava yolu obstrüksiyonu, ekstratorasik üst hava yolu obstrüksiyonu, fiks obstrüksiyon, restriksiyon.

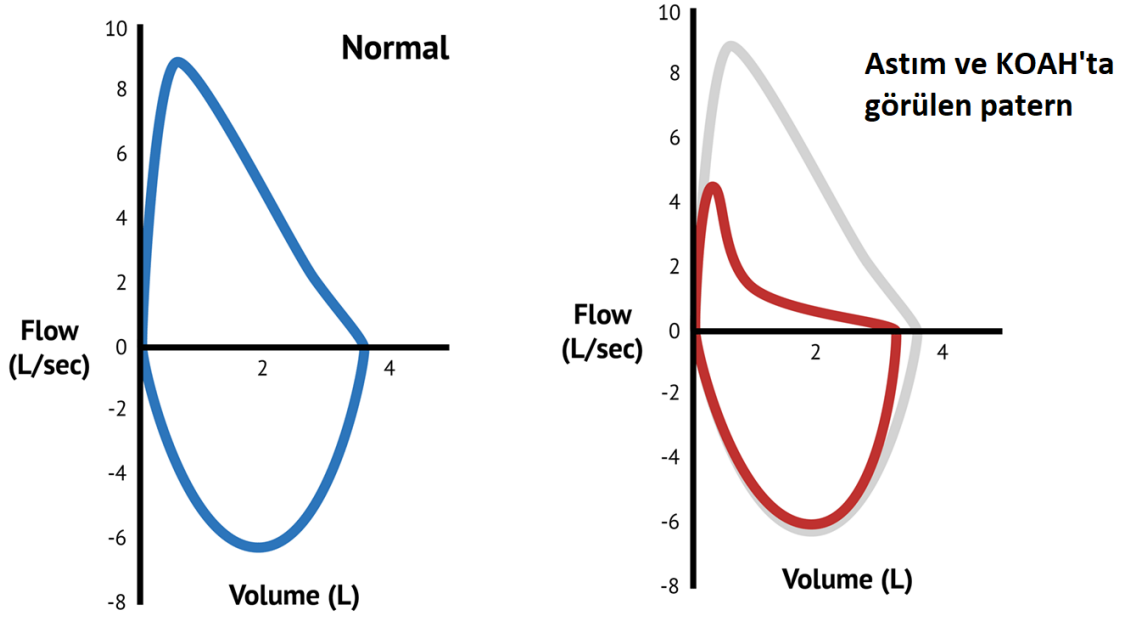
İnspirasyonda, göğüs kafesi genişlerken intratorasik hava yolları da genişler; ekstratorasik hava yolları ise havayı içeri çeken negatif basıncın etkisiyle daralır. Özellikle trakeanın arka yüzünün membranöz yapıda olmasından dolayı yer değiştirmesi daha kolay olur. Ekspirasyonda ise, göğüs kafesi daralırken intratorasik hava yolları da daralır; ekstratorasik hava yolları ise havayı dışarı iten pozitif basıncın etkisiyle genişler.



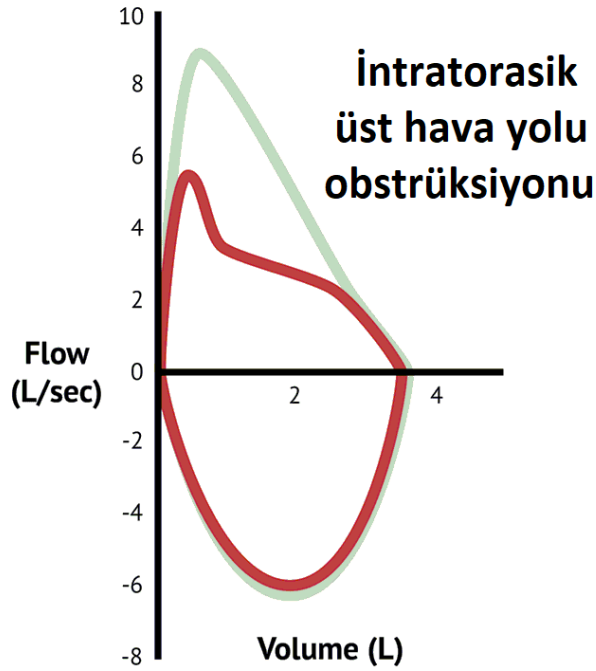
¹⁴ peak expiratory flow.

İntratorasik hava yollarındaki darlığın ekspirasyon sırasında, ekstratorasik hava yollarındaki darlığın ise inspirasyon sırasında semptomatik olma olasılığı yüksektir.

Astım ve KOAH'ta¹⁵, inspirasyonda akım normalken, ekspirasyonda azalır; ekspiratuvar eğrinin ucunda bir kuyruk belirir ve eğrinin konkavitesi artar¹⁶.



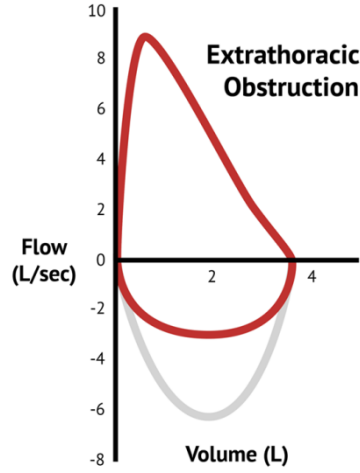
İntratorasik üst hava yolu obstrüksiyonunda ekspiratuvar akım azalırken inspiratuvar akım normal olur ve akım-volüm eğrisinin üst kısmında yassılaşıma (kütleşme, düzleşme) görülür.



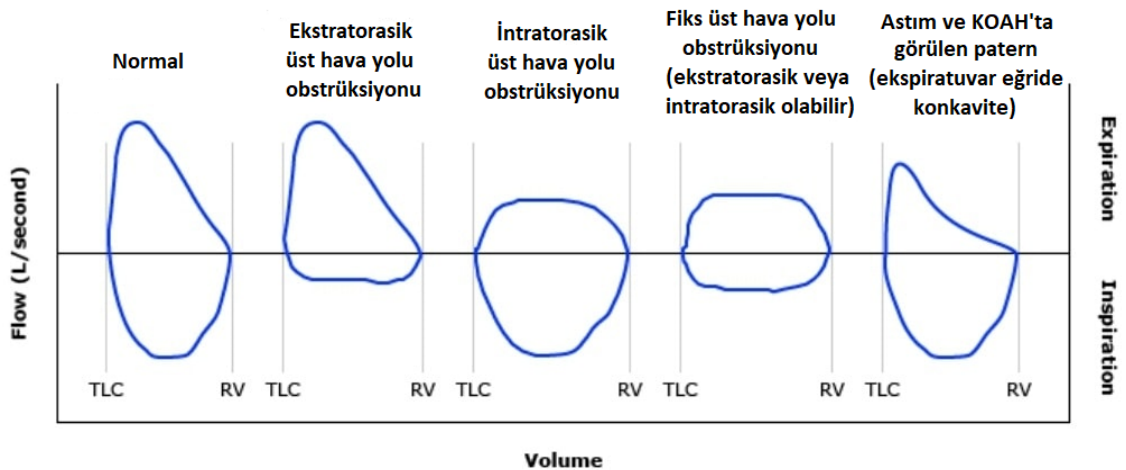
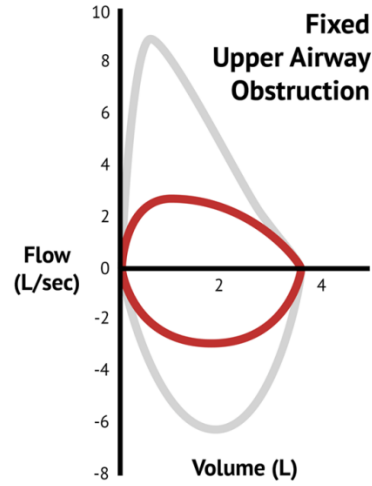
¹⁵ Bu hastalıklar tüm solunum yolunu etkiler.

¹⁶ Obstrüksiyonun derecesi arttıkça konkavite de artar.

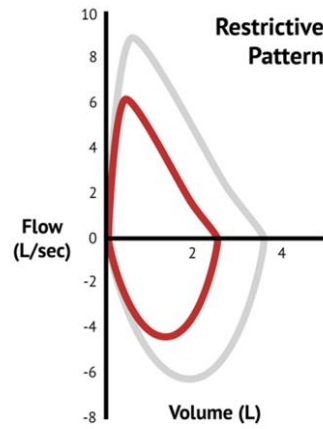
Ekstratorasik obstrüksiyonda inspiratuvar akım azalırken ekspiratuvar akım normal olur ve akım-volüm eğrisinin alt kısmında yassılaşıma (kütleşme, düzleşme) görülür.



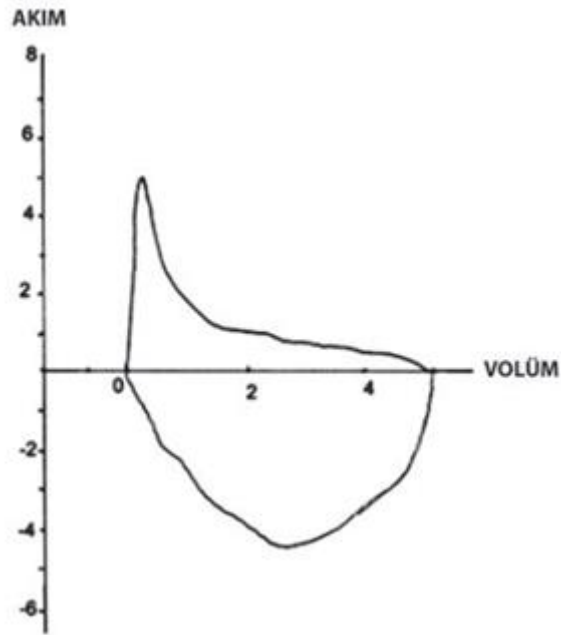
Hava yollarının genişleme kapasitesi belli bir sınırdadır. Bu nedenle ciddi üst solunum yolu darlıklarında hem inspirasyonda hem de ekspirasyonda hava akımı kısıtlaması görülecektir. Buna sabit (fiks) obstrüksiyon denir. Hem inspiratuvar hem ekspiratuvar akımların etkilendiği fiks obstrüksiyon durumlarında eğrinin her iki kolunda da benzer şekilde yassılaşıma olur.



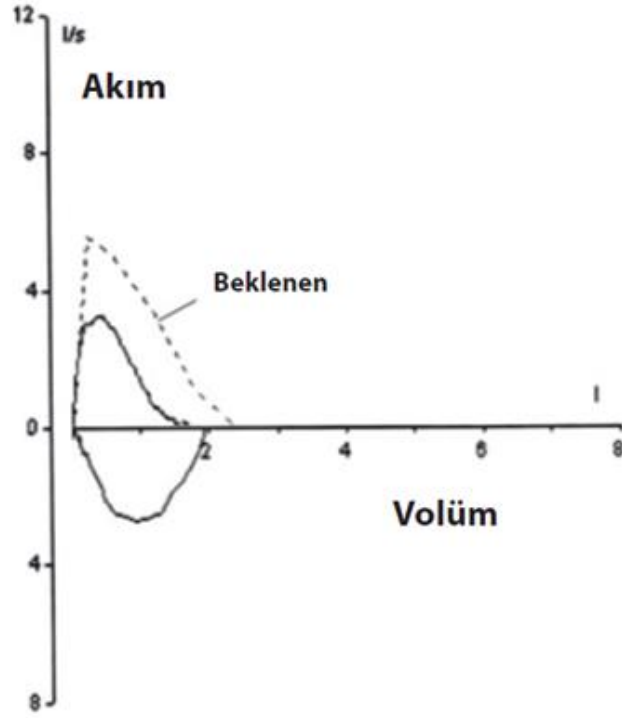
Restriktif paternde ise, total akciğer kapasitesi ve rezidüel hacim azalır. Ayrıca akciğerler genişleyerek normal hacimlerini kazanamadığından dolayı PEF de azalır. Eğrinin şekli büyük ölçüde korunur ve normalin küçük bir kopyası (minyatürü) gibi olur.



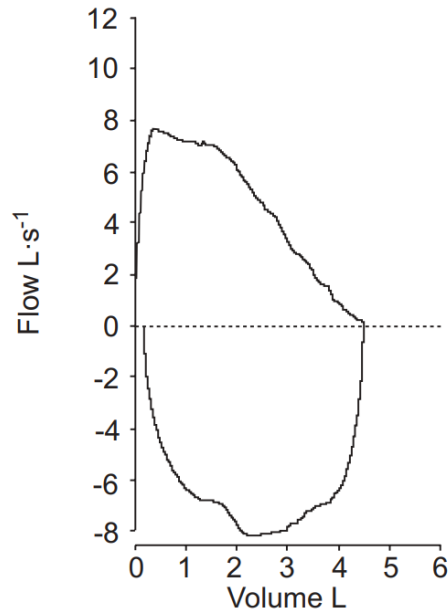
Vaka Örnekleri



KOAH'lı bir hastanın akım-volüm halkası. Ekspiratuvar kısımda belirgin kuyruk ve konkavite oluştuğu görülüyor.

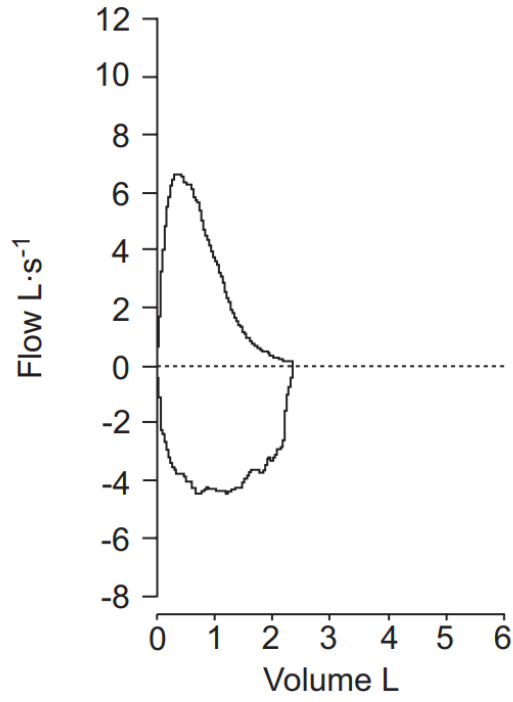


Restriktif akciğer hastalığı olan bir hastaya ait akım-volüm halkası. Eğrinin şekli korunmakla birlikte her iki yandan daralmış ve normalin küçük bir kopyasına dönüşmüştür. İnspirasyonun sonundaki akciğer hacmi azaldığından PEF de azalmıştır¹⁷.

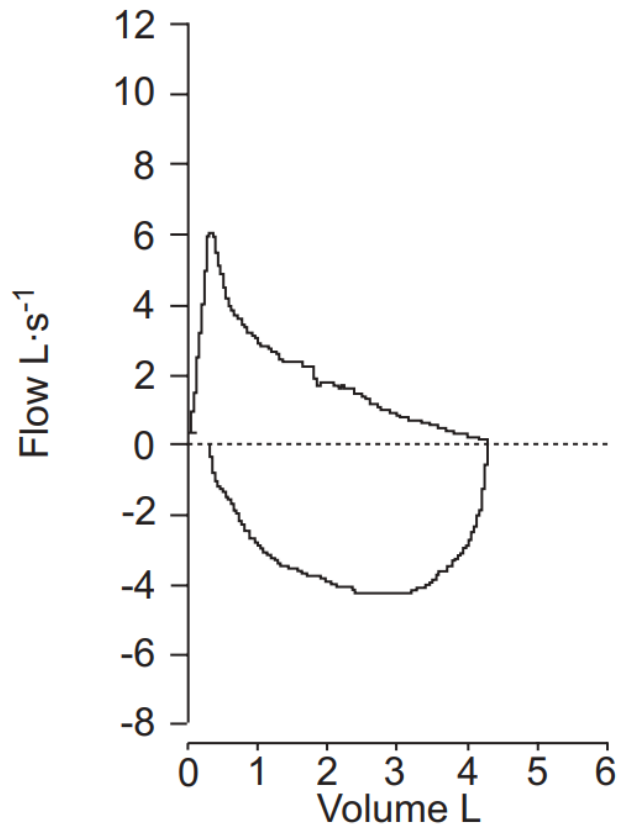


Normal özellikte bir akım-volüm halkası.

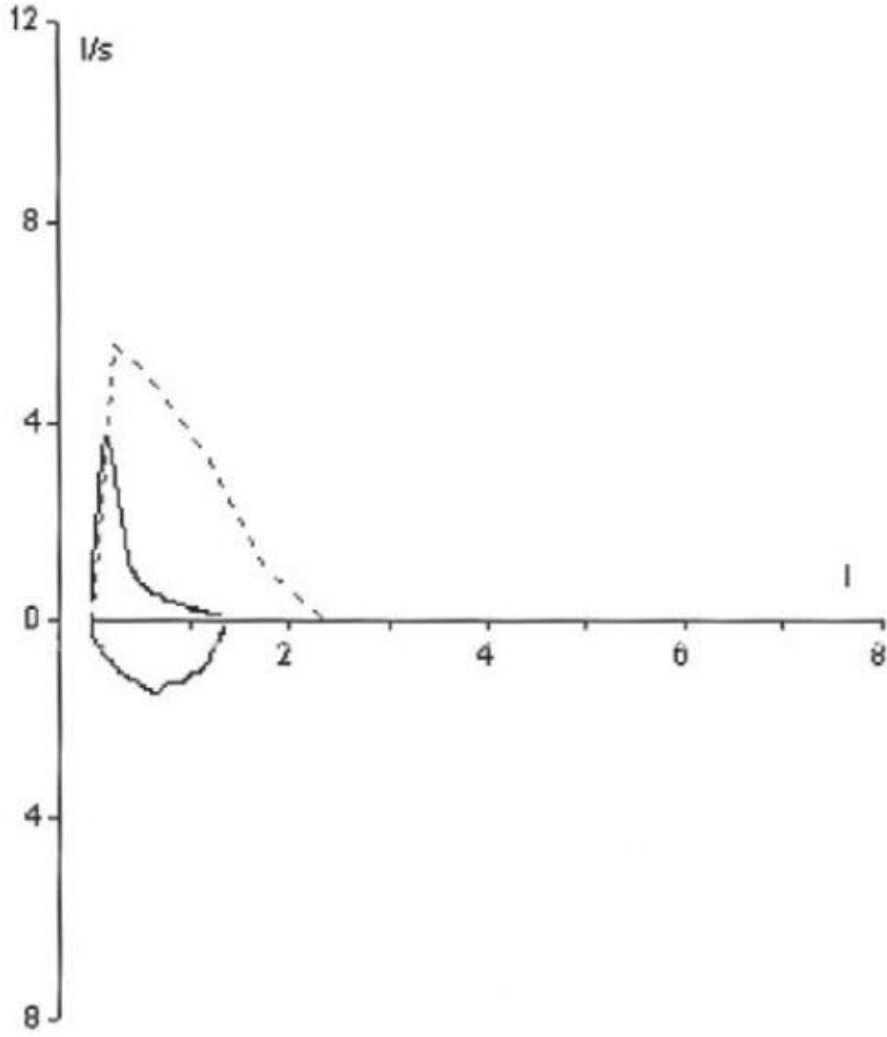
¹⁷ Akciğer hacmi küçüldükçe maksimum ekspirasyon hava akımı da azalır.



Akım-volüm halkasının ekspiratuvar kısmının sonunda hafif bir kıvrım dikkati çekiyor. Bu durum, yaşlanmayla birlikte görülebilmektedir.

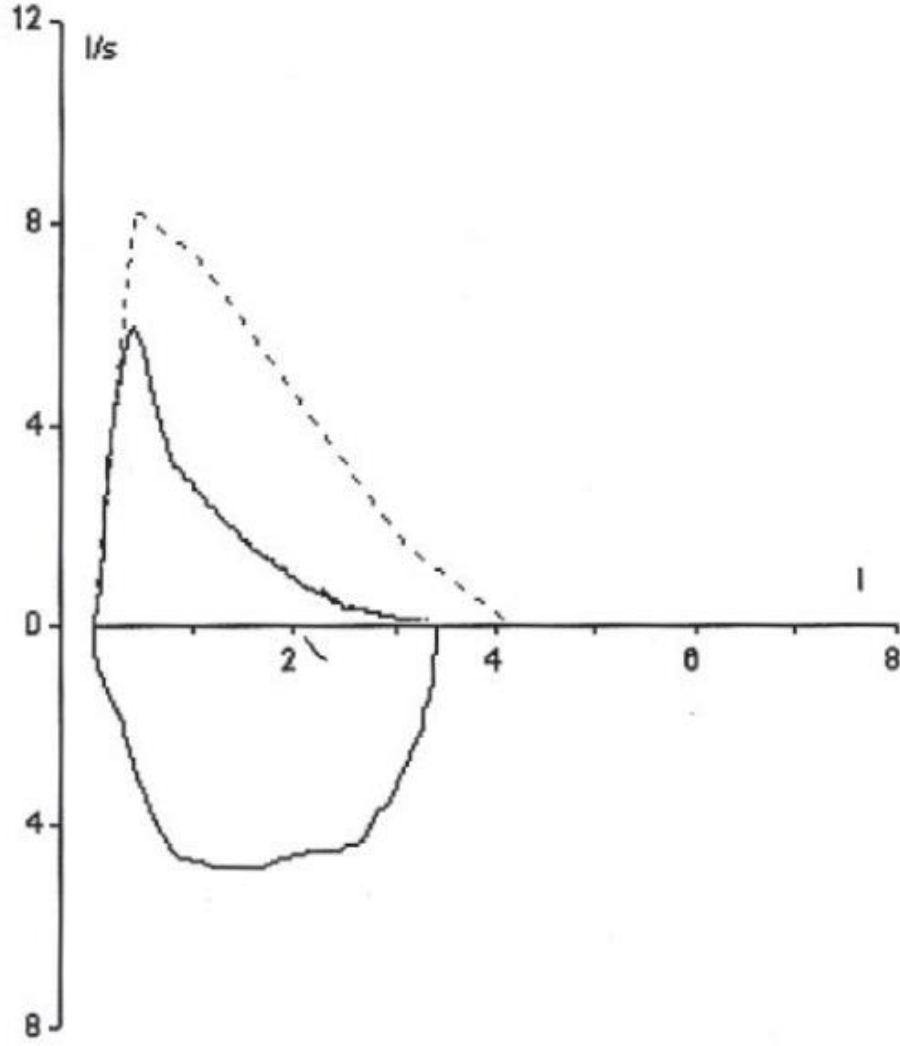


Bir astım hastasına ait akım-volüm halkası. Ekspiratuvar kısımda belirgin kuyruk ve konkavite oluştuğu görülüyor.



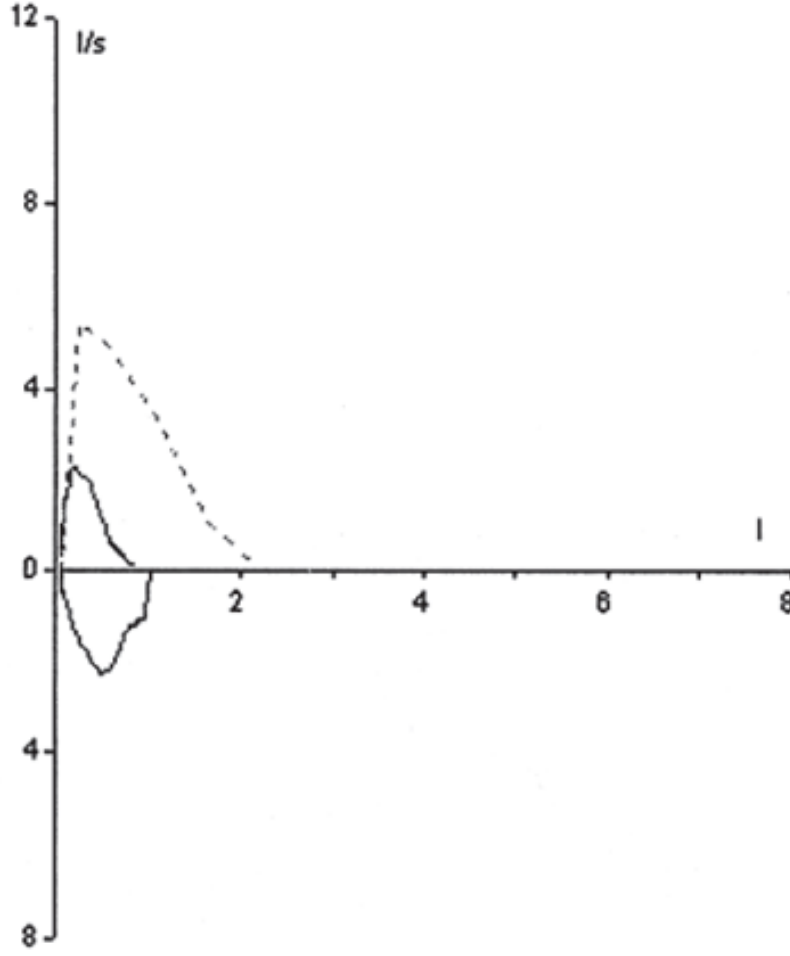
parameter	unit	pred	act.	%pred
FVCin	l	2.31	1.34	58
FVCex	l	2.34	1.53	65
FIV1	l	2.44	1.25	51
FEV1	l	1.94	0.89	46
FEV1/IVC	%	76		
FEV1/FVC	%	76	58	77
PEF	l/s	5.54	3.70	67
MEF75	l/s	4.99	1.36	27
MEF50	l/s	3.33	0.43	13
MEF25	l/s	1.07	0.22	20
MEF25-75	l/s	2.58	0.42	16
MIF25	l/s	3.22	1.16	36

Akım-volüm halkasının ekspiratuvar kısmında belirgin kuyruk ve konkavite olması, obstrüktif bozukluğa işaret ediyor. Sayısal değerlere bakıldığında da, ölçülen FEV₁/FVC %58 ile obstrüksiyonu gösteriyor. FEV₁, beklenen değerlerin %46'sı (ağır obstrüksiyon). FVC, beklenen değerlerin %65'i (eşlik eden restriksiyon olabilir). FEF25-75 (MEF25-75) beklenen değerlerin %16'sı (küçük hava yolu tutulumu).



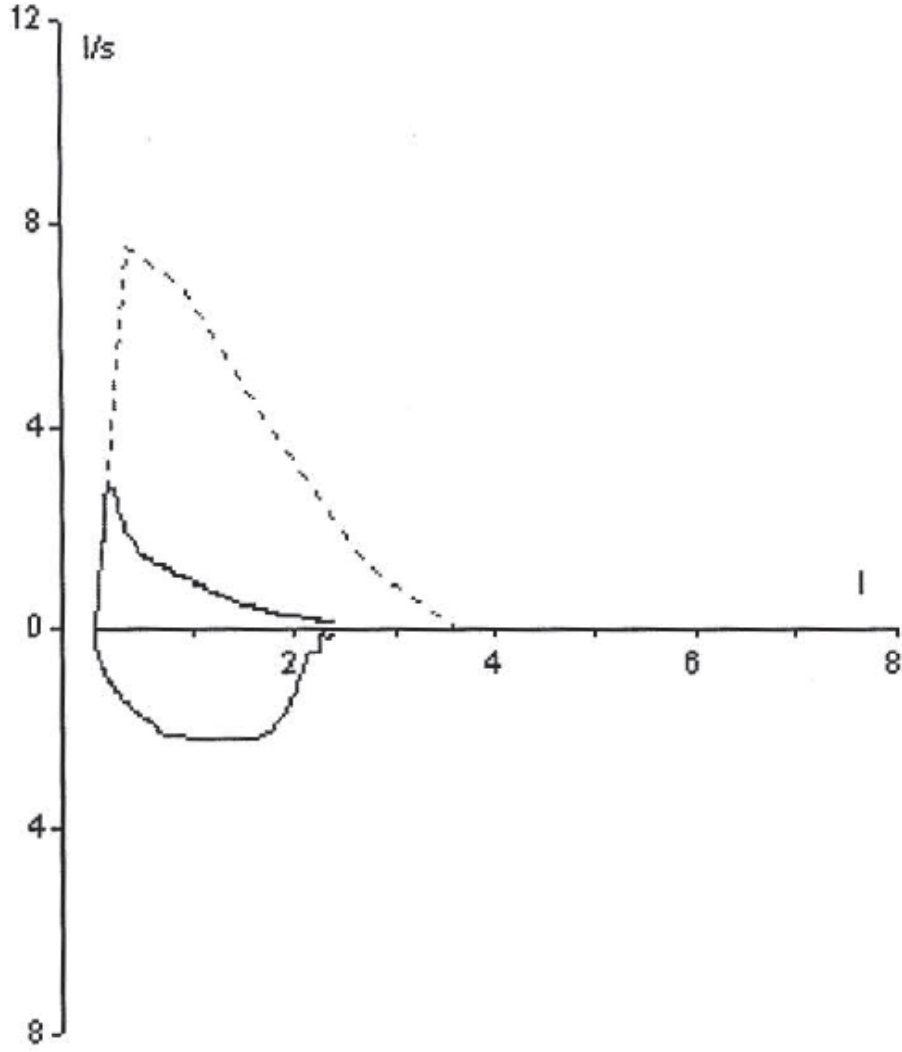
parameter	unit	pred	act.	%pred
FVCex	l	4.15	3.45	83
FEV1	l	3.27	2.17	66
FEV1/IVC	%	76		
FEV1/FVC	%	76	63	83
PEF	l/s	8.27	5.93	72
MEF75	l/s	7.32	3.13	43
MEF50	l/s	4.39	1.41	32
MEF25	l/s	1.64	0.43	26
MEF25-75	l/s	3.47	1.06	31

Akım-volüm halkasının ekspiratuvar kısmında belirgin kuyruk ve konkavite olması, obstrüktif bozukluğa işaret ediyor. Sayısal değerlere bakıldığında da, ölçülen FEV₁/FVC %63 ile obstrüksiyonu gösteriyor. FEV₁, beklenen değerlerin %66'sı (orta obstrüksiyon). FVC, beklenen değerlerin %83'ü (eşlik eden restriksiyon yok). FEF25-75 (MEF25-75) beklenen değerlerin %31'i (küçük hava yolu tutulumu).



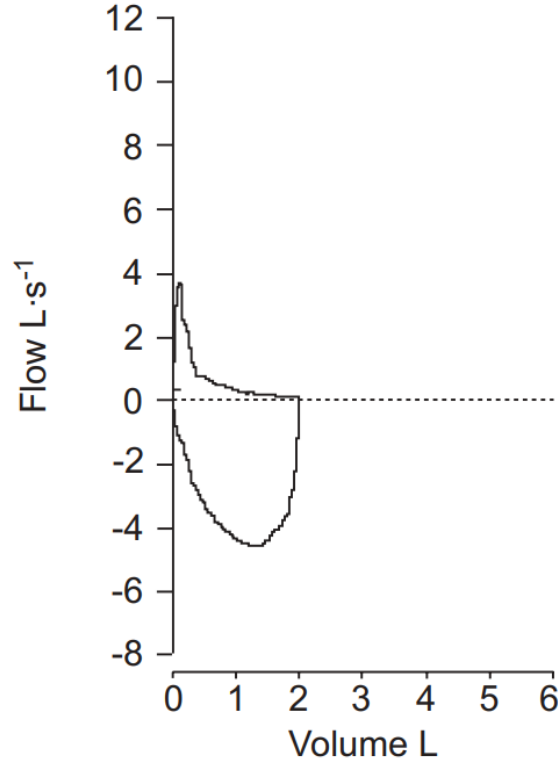
parameter	unit	pred	act.	%pred
FVCex	l	2.26	0.93	41
FEV0.5	l	1.64	0.64	39
FEV1	l	1.87	0.78	42
FEV1/FVC	%	76	85	112
PEF	l/s	5.45	2.26	41
MEF25	l/s	0.99	0.37	37
MEF50	l/s	3.26	1.21	37
MEF75	l/s	4.91	2.14	44
MEF25-75	l/s	2.48	0.87	35
PIF	l/s		2.24	
FIV1	l	2.41		
MIF25	l/s		1.32	
MIF50	l/s		2.22	
MIF75	l/s		1.61	

Akım-volüm halkasının normalin küçük bir kopyası (minyatürü) olması restriktif tipte solunum fonksiyon bozukluğuna işaret ediyor. Sayısal değerlere bakıldığında da FEV₁/FVC %85 çıkmış ve FVC beklenen değerinin %41'i bulunmuş. FEV₁'deki azalma FVC'deki azalmaya sekonderdir ve sonuçta FEV₁/FVC oranı korunmuştur.

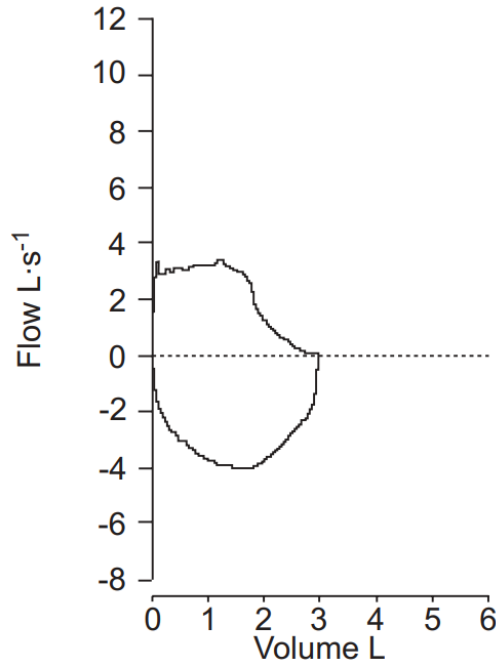


parameter	unit	pred	act.	%pred
FVCex	l	3.61	2.45	68
FEV0.5	l	2.57	0.84	33
FEV1	l	2.76	1.29	47
FEV1/FVC	%	74	52	71
PEF	l/s	7.53	2.82	37
MEF25	l/s	1.25	0.33	26
MEF50	l/s	3.89	0.74	19
MEF75	l/s	6.75	1.32	20
MEF25-75	l/s	2.94	0.66	22
PIF	l/s		2.23	
FIV1	l	3.06	2.13	70
MIF25	l/s		1.97	
MIF50	l/s		2.22	
MIF75	l/s		1.91	

Akım-volüm halkasının ekspiratuvar kısmında belirgin kuyruk ve konkavite olması, obstrüktif bozukluğa işaret ediyor. Sayısal değerlere bakıldığında da, ölçülen FEV₁/FVC %52 ile obstrüksiyonu gösteriyor. FEV₁, beklenen değerlerin %47'si (ağır obstrüksiyon). FVC, beklenen değerlerin %68'i (eşlik eden restriksiyon olabilir). FEF25-75 (MEF25-75) beklenen değerlerin %22'si (küçük hava yolu tutulumu).

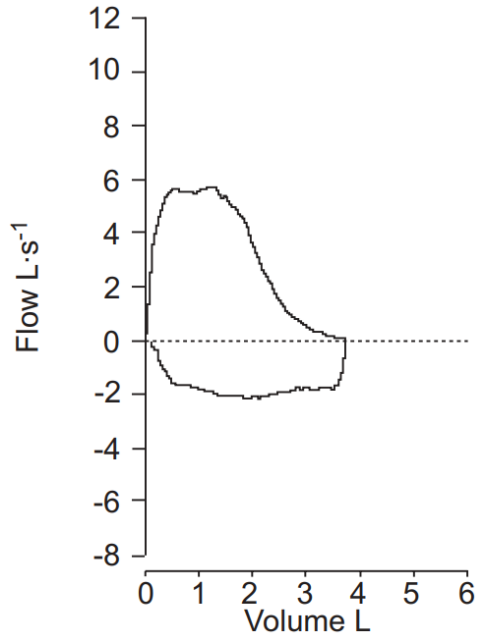


KOAH'lı bir hastanın akım-volüm halkası. Ekspiratuvar kısımda belirgin kuyruk ve konkavite oluştuğu görülüyor.

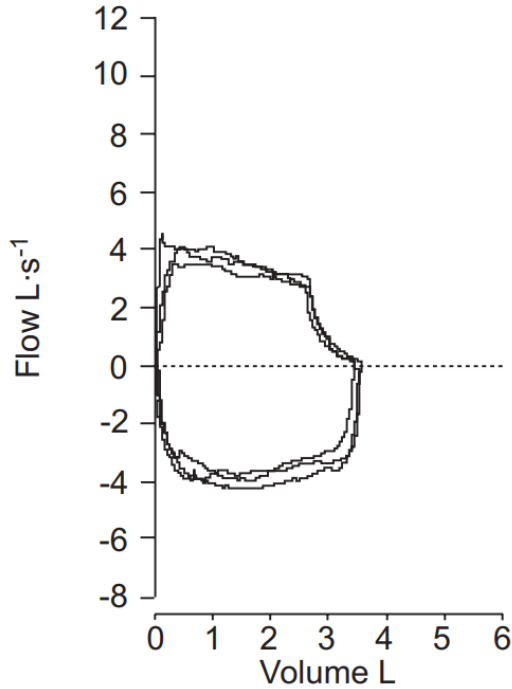


İntratorasik üst hava yolu obstrüksiyonu olan bir hastaya ait akım-volüm halkası.

Ekspiratuvar kısımda belirgin düzleşme dikkati çekiyor. Eğrilerin üst hava yolu obstrüksiyonuna işaret ettiği durumlarda, sayısal değerleri yorumlamaya çalışmak yerine, darlığın lokasyonunu ve sebebini saptamak için ayrıntılı bir muayenenin yapılması önerilir.



Ekstratorasik üst hava yolu obstrüksiyonu olan bir hastaya ait akım-volüm halkası. İnspiratuvar kısımda belirgin düzleşme dikkati çekiyor. Eğrilerin üst hava yolu obstrüksiyonuna işaret ettiği durumlarda, sayısal değerleri yorumlamaya çalışmak yerine, darlığın lokasyonunu ve sebebini saptamak için ayrıntılı bir muayenenin yapılması önerilir.

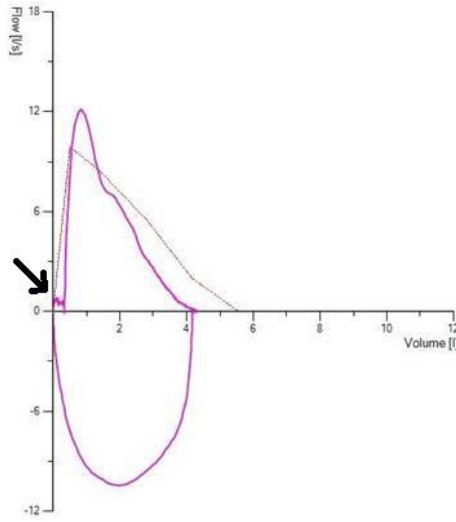


Fiks üst hava yolu obstrüksiyonu olan bir hastaya ait akım-volüm halkası. Figür üzerinde üç manevraya ait üç eğri görülmektedir. Hem ekspiratuvar hem de inspiratuvar kısımda belirgin düzleşme dikkati çekiyor. Eğrilerin üst hava yolu obstrüksiyonuna işaret ettiği durumlarda, sayısal değerleri yorumlamaya çalışmak yerine, darlığın lokasyonunu ve sebebini saptamak için ayrıntılı bir muayenenin yapılması önerilir.

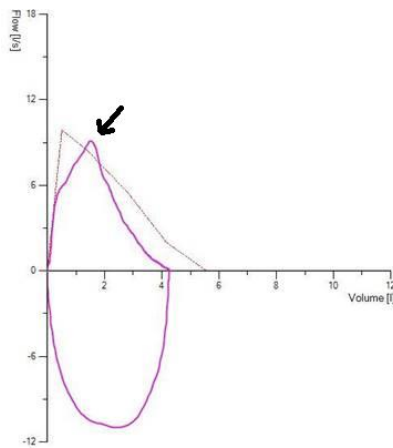
Yararlanılan Kaynaklar:

1. Yakıncı C, Baykan Z, Naçar M, Tanrıverdi LH. Hekimlikte Acil ve Temel Uygulamalar Rehberi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2023.
2. Topal E, Yakıncı C. Hekimlikte Temel Uygulamalar Rehberi. 3rd ed. Malatya: İnönü Üniversitesi Yayınevi; 2021.
3. Arseven O. Temel Akciğer Sağlığı ve Hastalıkları. 3. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2020.

EK: Akım-Volüm Halkasında Görülen Teknik Hatalar (Kabul Edilemez Eğriler¹⁸)

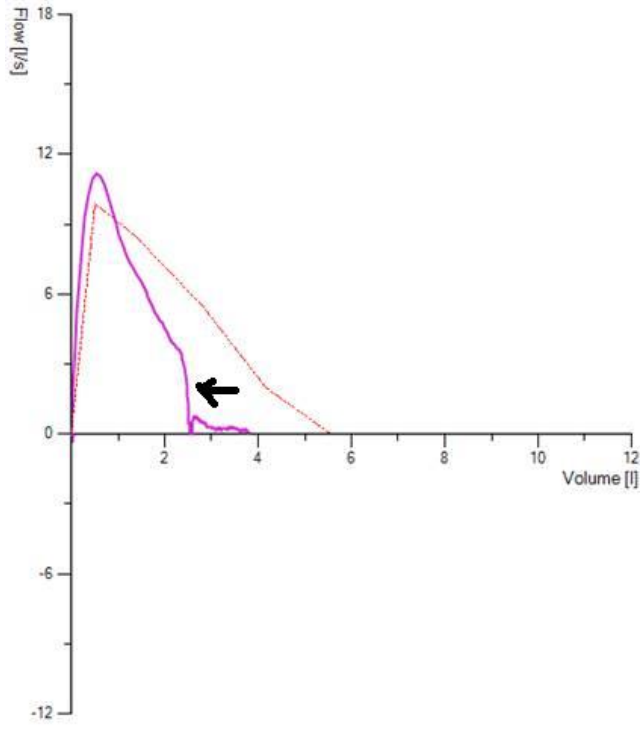


Spirometri testi sırasında, tam inspirasyondan sonra zorlu ekspirasyona başlarken tereddüt yaşama ve zorlu ekspirasyona gecikmeli başlama.

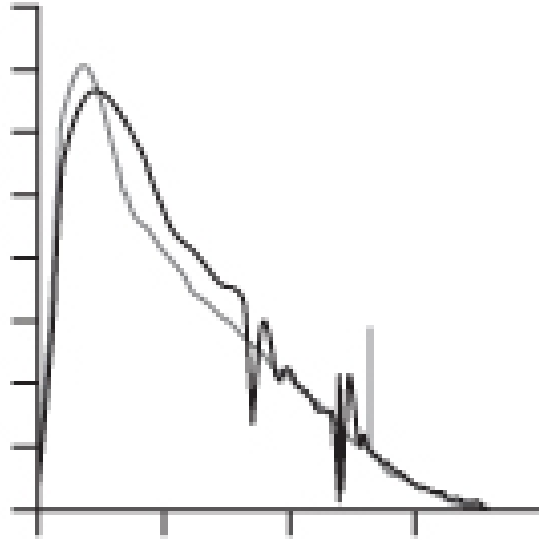


Spirometri testi sırasında, zorlu ekspirasyon manevrasına yavaş başlama ve buna bağlı olarak PEF değerine daha geç ulaşma.

¹⁸ Bu tip hatalar görüldüğünde eğriler ve sayısal değerler yorumlanmamalı ve spirometri testi tekrar edilmelidir.



Ekspirasyonla çıkarılabilecek olan hava tamamen çıkarılmamışken hava akımının aniden kesilmesi nedeniyle eğride oluşan ani düşüşle karakterize erken sonlanma.



Zorlu ekspirasyon manevrası sırasında meydana gelen öksürük.

Testte Ölçülen Diğer Parametreler:

Symbol	Description	Units
*FVC	Best FVC	L
*FEV1	Best FEV1	L
*PEF	Best PEF	L/s
FVC	Forced Vital Capacity	L
FEV1	Volume expired in the 1 st second of the test	L
FEV1/FVC	FEV1/FVC x 100	%
FEV1/VC	FEV1 / best between EVC and IVC x 100	%
PEF	Peak expiratory flow	L/s
FEF2575	Average flow between 25% and 75% of the FVC	L/s
FEF25	Forced Expiratory Flow at 25% of FVC	L/s
FEF50	Forced Expiratory Flow at 50% of FVC	L/s
FEF75	Forced Expiratory Flow at 75% of FVC	L/s
FEV3	Volume expired in the initial 3 seconds of the test	L
FEV3/FVC	FEV3/FVC x 100	%
FEV6	Volume expired in the initial 6 seconds of the test	L
FEV6%	FEV1/FEV6 x 100	%
FET	Forced expiratory time	s
EV _{ol}	Extrapolated volume	mL
FIVC	Forced inspiratory volume	L
FIV1	Volume inspired in the 1 st second of the test	L
FIV1/FIVC	FIV 1 %	%
PIF	Peak inspiratory flow	L/s
MVV _{cal}	Maximum voluntary ventilation calculated on FEV1	L/s
VC	Slow vital capacity (expiratory)	L
EVC	Slow expiratory vital capacity	L
IVC	Slow inspiratory vital capacity	L
IC	Inspiratory capacity (max between EVC and IVC) - ERV	L
ERV	Expiratory reserve volume	L
TV	Current volume	L
VE	Ventilation per minute, at rest	L/min
RR	Respiratory frequency	Breath/min
t _I	Average time of inspiration, at rest	s
t _E	Average time of expiration, at rest	s

Symbol	Description	Units
TV/t _I	Average flow of inspiration, at rest	L/min
t _I /T _{tot}	t _E /(t _I +t _E)	\
MVV	Maximum voluntary ventilation	L/min
ELA	Estimated lung age	year

*= best values

Bunlardan ikisi özellikle önemlidir: FEF25-75% ve PEF.

FEF “forced expiratory flow”un kısaltmasıdır. **FEF25-75%** (*maximum mid-expiratory flow, MEF25-75*), zorlu ekspiratuvar vital kapasitenin %25 ile %75'i arasındaki akım hızı değeridir. Obstrüktif akciğer hastalıklarında **erken dönemde**, daha FEV₁ değeri anlamlı şekilde düşmeden önce, azalmaya başlayabilen bir parametredir. FEF25-75'in beklenen değer in %50'sinin altına inmesi **küçük hava yolu tutulumuna** işaret eder.

PEF (*peak expiratory flow*), peak expiratory flow rate (PEFR) ve maximum expiratory flow (MEF) olarak da bilinir. PEF daha ziyade **büyük hava yollarını** gösteren bir parametre olarak kullanılır. PEF'in normal kişilerde beklenenin %80'i veya bunun üzerinde olması gerekir.