

SPIROMETRE

Dr.Ebru oban

MODERATÖR :Doç.Dr.Aslı Gerek Dilektaşı

Spirometre

- Solunum fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılan en temel test yöntemidir
- Latince **SPIRO** (nefes almak) ve **METER** (ölçmek) kelimelerinden türetilen spirometri, hastanın akciğer fonksiyonunu değerlendirmek için tanısal bilgiler sağlayan bir testtir

- Spirometre ilk kez 1846 yılında John Hutchinson tarafından kullanılmıştır
- Günümüzde artık onun kullandığı cihazlar kullanılmasa da onun isimlendirdiği “spirometre” ve “vital kapasite” terimlerinin kullanımı devam etmektedir

Spirometre Endikasyonları

1. Bir akciğer hastalığının varlığını ya da olmadığını göstermek,
2. Bilinen bir hastalığın solunum fonksiyonlarına yansımalarını saptamak,
3. Çevresel ve mesleki maruziyeti saptamak,
4. Tedavinin etkinliğini saptamak,
5. Preoperatif değerlendirme,
6. Maluliyet-yetersizlik durumlarını saptamak

Rölatif kontrendikasyonlar

Miyokard iş yükü artışı ve kan basıncındaki değişiklikler

- 1 hafta içinde akut MI
- Hipotansiyon veya şiddetli hipertansiyon
- Belirgin atriyal/ventriküler aritmi
- Kalp yetmezliği
- Kontrolsüz pulmoner hipertansiyon
- Klinik olarak stabil olmayan pulmoner emboli
- Zorlu ekspirasyon/öksürüğe bağlı senkop öyküsü

İntrakranyal /intraokuler basınç artışı

- Serebral anevrizma
- 4 hafta içinde beyin ameliyatı
- 1 hafta içinde göz ameliyatı

Rölatif kontrendikasyonlar

İntratorasik /intraabdominal basınç artışı

- Pnömotoraks varlığı
- 4 hafta içinde torasik cerrahi
- 4 hafta içinde abdominal cerrahi
- Geç dönem gebelik

Enfeksiyon kontrol sorunları

- Tüberküloz dahil olmak üzere aktif veya şüpheli bulaşıcı solunum yolu veya sistemik enfeksiyon
- Hemoptizi, sekresyon,oral lezyonlar gibi enfeksiyonların bulaşmasına zemin hazırlayan fiziksel durumlar

Sinüs veya orta kulakta basınç artışı

- 1 hafta içinde sinüs ameliyatı veya orta kulak ameliyatı

Testin Suboptimal Olabileceği Durumlar

- Herhangi bir nedene bağlı karın ya da göğüs ağrısı
- Ağızlığa bağlı tetiklenen ağız/ yüz ağrısı
- Stres inkontinans
- Demans ya da konfüzyon
- Kooperasyon eksikliği

!□ Birinci basamak yerine ileri merkeze yönlendirilir

Standardizasyon

- Cihazın uygunluğu
- Kalibrasyon kontrolü
- Ölçüm
 - Kabul edilebilirlik
 - Tekrar edilebilirlik
 - Referans değerler
 - Değerlendirme

Spirometrik Cihazların Özellikleri

- Spirometrelerin pek çok tipi bulunduğundan seçim yaparken doğru olanı bulmak önemlidir
- ERS ve ATS kriterlerine uygun olan spirometreler tercih edilmelidir
- Testlerin kalitesini değerlendirebilen ve teknisyenlere otomatik gerçek zamanlı geri bildirim sağlayan spirometreler kullanılması test kalitesini yükseltmekte kolaylık sağlayacaktır

Spirometre Çeşitleri

1. Hacim Değişken Spirometreler

- *Sulu spirometre*
- *Kuru spirometre*
- *Körüklü spirometre*

Hijyen sağlamada güçlük ve ebatlarının büyük olması nedeniyle yerine akım duyarlı spirometreler kullanılmaktadır

Spirometre Çeşitleri



2. Akım Duyarlı Spirometre(Pnömotakometreler)

- Türbin spirometreler
- Basınç farklı akım ölçerler
- Isıya duyarlı akım sensörler
- Pilot tüp akım sensörler
- Ultrasonik pnömotakometreler



Kalibrasyon Kontrolü

- Atmosfer basıncı, nem ve oda sıcaklığı bakılmalı
- Isı mutlaka $\pm 1^{\circ}\text{C}$ kesinlik içerisinde ölçülmeli ve 17°C altında olmamalı
- 30 dakika içinde $>3^{\circ}\text{C}$ değişiklik veya çok sayıda gruplar halinde test yapmak gerekirse kalibrasyonlar tekrarlanmalı
- Bunun için cihazın bulunduğu ortamın basınç ,nem ve ısı değerleri ile cihaza girişi yapımalı
- Cihazın bulunduğu odada barometre ve termometre bulundurulmalı
- Kaçak açısından kalibrasyon şiringasının sağlamlığı her yıl kontrol edilmeli

Test Öncesinde

Tablo 1. Spirometri öncesinde bırakılması gereken ilaçlar.

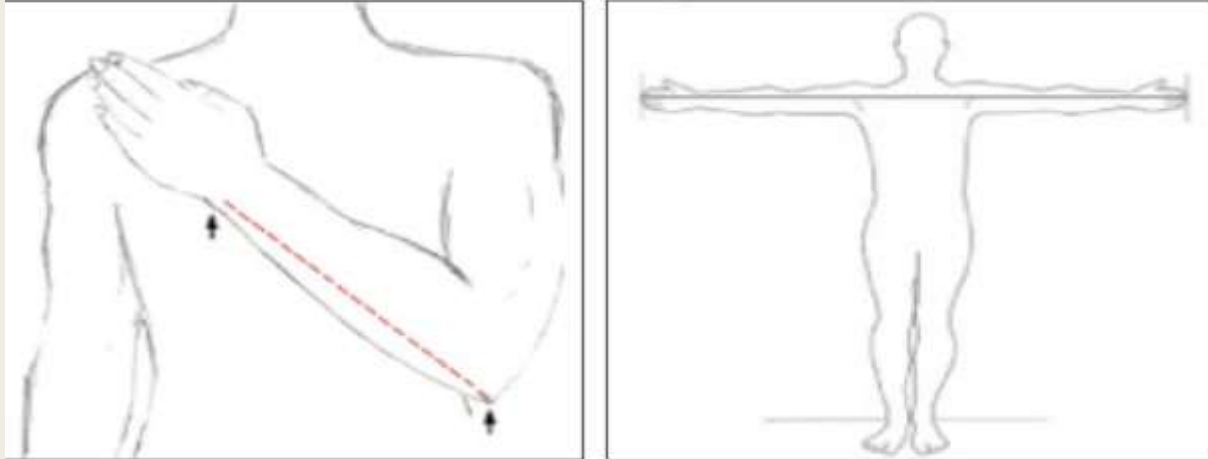
Bronkodilatör ajan	Kesilme zamanı
SABA (örn.; albuterol ya da salbutamol)	4-6 saat önce
SAMA (örn.; ipratropium bromide)	12 saat önce
LABA (örn.; formoterol ya da salmeterol)	24 saat önce
Ultra-LABA (örn.; indakaterol, vilanterol ya da olodaterol)	36 saat önce
LAMA (örn.; tiotropium, umeclidinium, aclidinium, glycopyrronium)	36-48 saat önce
Teofilin	24 saat önce
Kromolin sodyum	8-12 saat önce

SABA: Kısa etkili beta-2 agonist, **SAMA:** Kısa etkili muskarinik antagonist, **LABA:** Uzun etkili beta-2 agonist, **LAMA:** Uzun etkili muskarinik antagonist

Not: İkili bronkodilatör kullanımı varsa en uzun etkili olan bronkodilatör için kesilme süresi dikkate alınmalıdır.

Test Öncesinde

- Teste başlamadan önce cihaza hastanın yaş,cinsiyet,ırk,kilo ve boy ölçümü girilmesi gerekmektedir
 - *Boy ölçümü,ayakta dururken ve ayakkabısız yapılır*
 - *Hasta ayakta dik duramıyorsa ulna uzunluğu veya kol açıklığı boyu ölçülür*

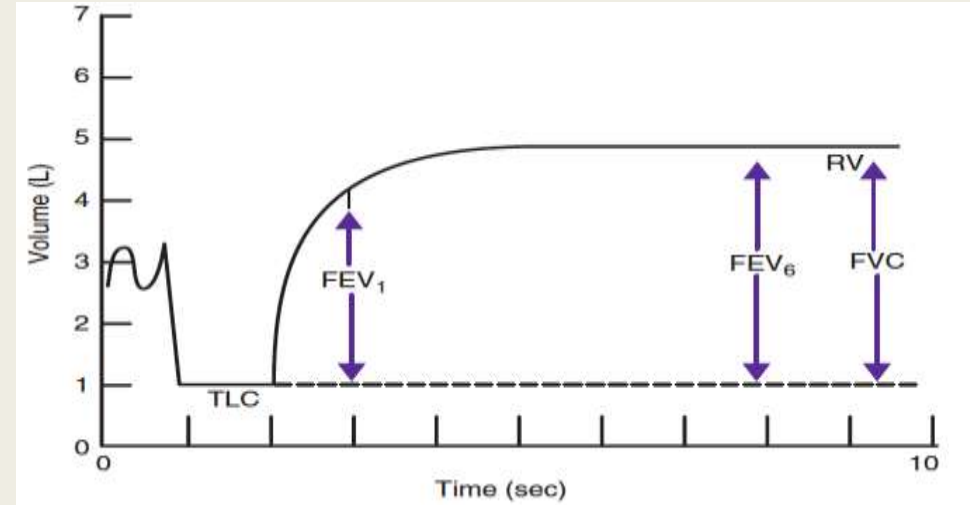


FVC Manevrası

Zorlu vital kapasite (FVC) ,derin inspiyumu takiben olabildiğince hızlı ve güçlü bir şekilde akciğerlerden dışarıya verilen havanın ölçümüdür

FVC manevrası 4 fazdan oluşur

1. Maksimal inspirasyon
2. Patlayıcı bir ekspirasyon
3. En fazla 15 saniyeye kadar uzayan maksimum bir ekspirasyon
4. Ekspirasyonun sonunda en yüksek akciğer hacimlerine geri yükselecek şekilde maksimum akımlarda bir inspirasyon



FVC Manevrası

- Test manevrası hastaya anlatılır
- Cihaz kalibrasyonu yapılır
- Sırt bölümü dik,kollu bir sandalyede hasta dik şekilde oturur pozisyonda ve burun mandalı takılı iken ölçüm yapılır
- Ağızlık çevresinden kaçak olmamalı ve ölçüm öncesi cihazın sıfır akımda olduğu görülmeli



FVC Manevrası

- Sıfır akım görüldükten sonra hastaya 3-4 kez normal sakin soluması istenir
- Hasta tidal soluk hacminin sonunda istirahat FRC düzeyinde iken hızla TLC hacmine ulaşacak şekilde çok derin bir nefes alması istenir
- Derin nefes almayı takiben hastayı bekletmeden (en fazla 2 saniye bekleyebilir derin nefes alma sonrasında) hızla ekshalasyon yapması istenir
- Zorlu ekspirasyonun sonunda zorlu vital kapasiteyi ölçmek için hastaya total akciğer kapasitesine ulaşacak şekilde derin bir inspirasyon yaptırılır ve zorlu inspiratuvar vital kapasite (FIVC) ölçülür

FVC Manevrası

Manevrayı yap

Hasta pozisyonunu ver

Nazal klip tak, ağızlığı yerleştir, ağızlık, dudak çevresini kapalı tut

Normal soluk alıp verme

Tam inspirasyon ve ardından hızlı ekspirasyon (TLC de en fazla 2 sn bekleyebilir)

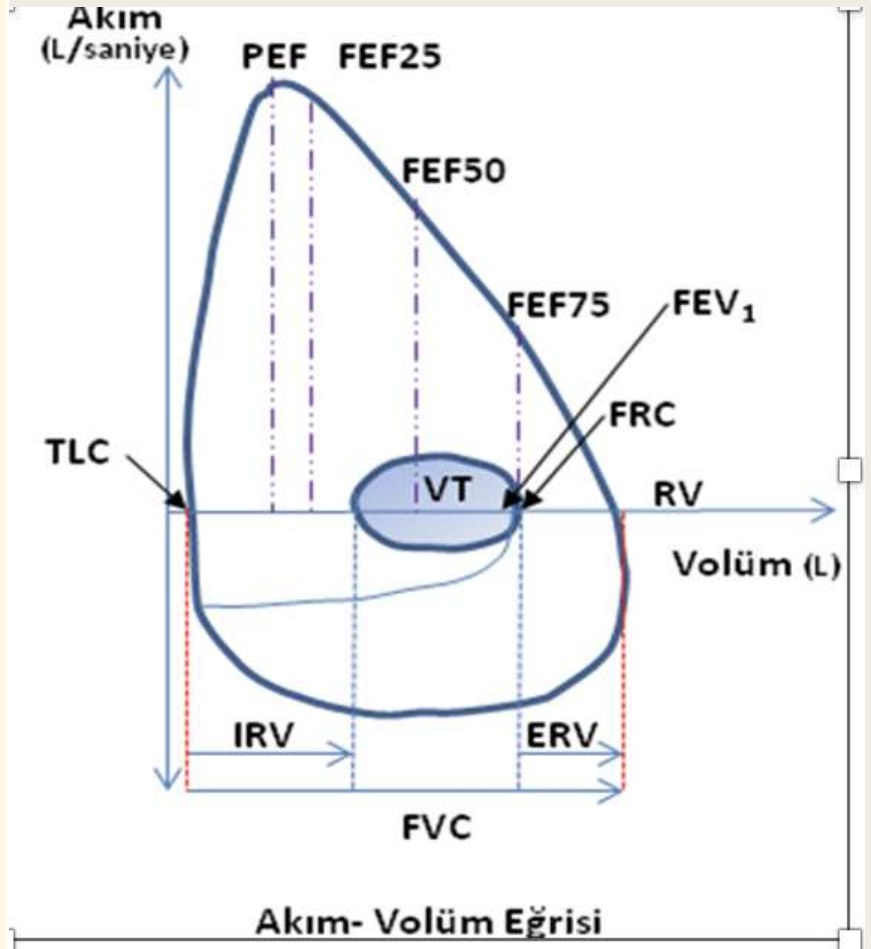
Akciğerlerdeki tüm hava çıkana kadar ve hasta dik duruş pozisyonunu koruyarak tam ekshalasyon

Tüm akciğerleri dolduracak şekilde tam bir inspirasyon

Etkili yönetimle gerektiği kadar test tekrar et

En az 3 test en fazla 8 test yap

FEV1 ve FVC'yi tekrarlanabilirlik için kontrol et ve gerekli ise tekrar test yap



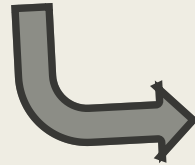
Testin Kabul Edilebilirliği

1. Uygun test başlangıcı sağlanmalı

- a) *Ekstrapolasyon volümü FVC'nin %5 i veya 100 ml'den az olmalı*
- b) *İnspirasyondan ekspirasyona başlamak için geçen süre ≤ 2 saniye olmalı*
- c) *TLC seviyesinden PEF ' e ≤ 1.5 saniye olmalı*

2. Test uygun şekilde sonlandırılmalı

- a) *Ekshalasyon süresi 15 saniye olmalı*
- b) *Ekshalasyonun bitiminde plato oluşmalı*

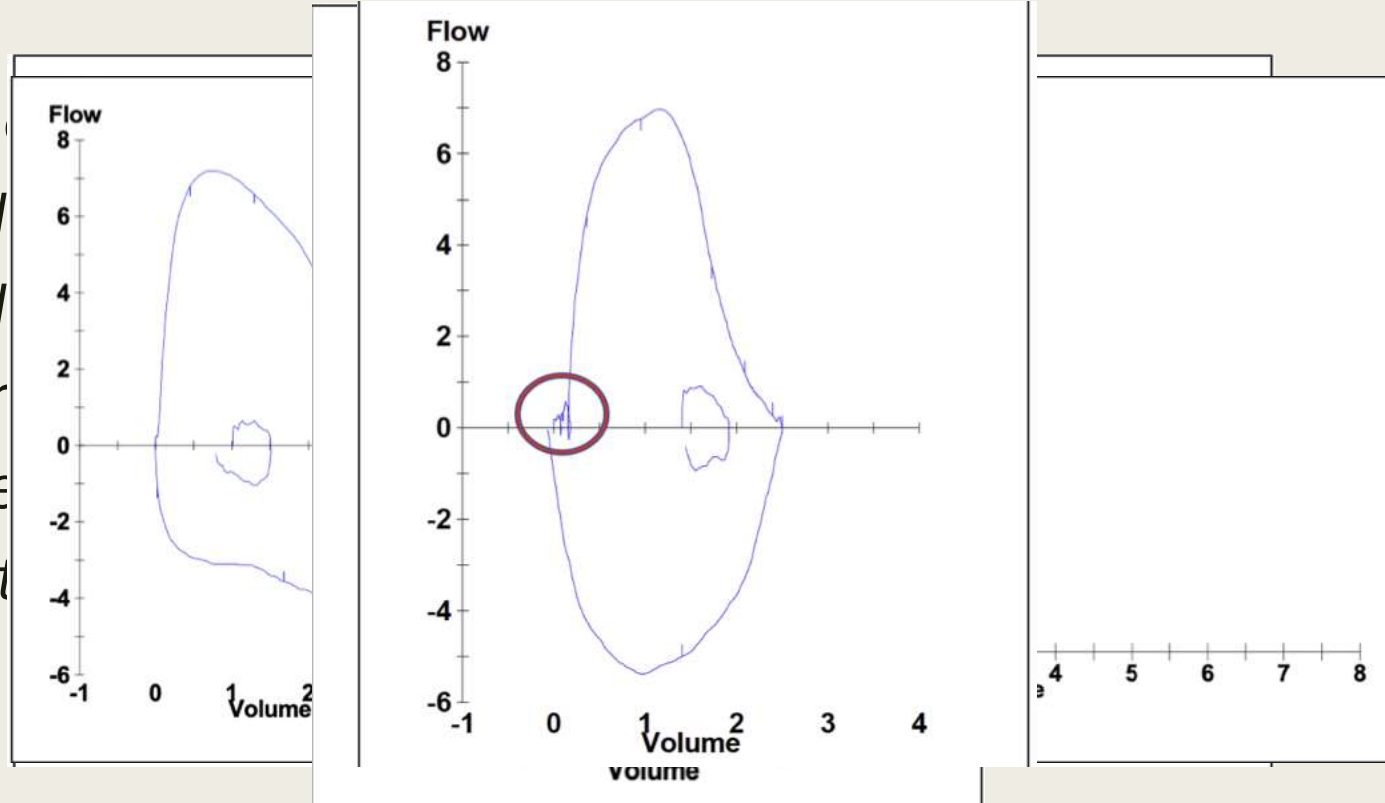


Zorlu ekspirasyonun son 1 saniyesinde ekspire edilen hava hacminde 0.025 ml 'den daha az FVC artışı olmasıyla plato kabul edilir

Testin Kabul Edilebilirliği

3. Spirometridir

- a) Ekshalasyon
- b) Ekshalasyon
- c) Test er
- d) Efor de
- e) Ağzılıkt



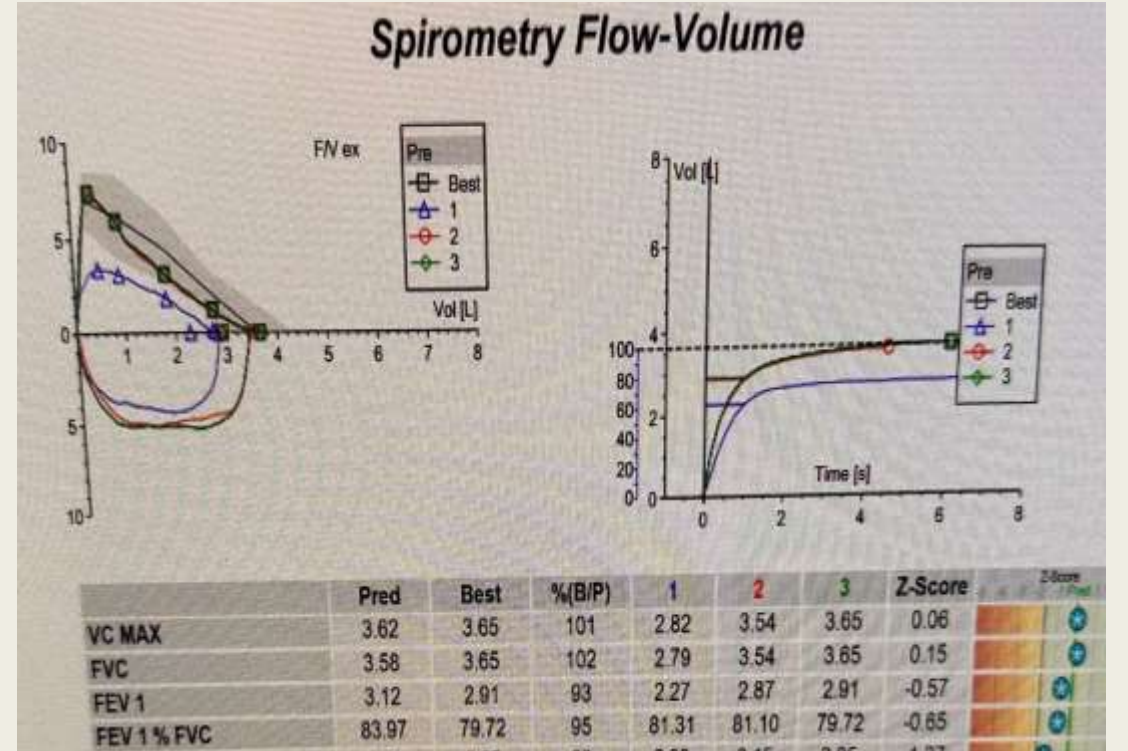
Testin Tekrar Edilebilirliği

En az 3 kabul edilebilir test yapılması

- En yüksek iki FVC arasındaki fark ≤ 150 mL olmalı
- En yüksek iki FEV1 arasındaki fark ≤ 150 mL olmalı

Kriterler sağlanamazsa sağlanana kadar(max 8 test önerilir) test yapılır

En iyi üç test kayda alınır



Referans Değerler

- Solunum fonksiyon testlerinde *referans değerler*, akciğer hastalığı öyküsü bulunmayan, sigara veya çevresel hava kirleticiler gibi risk faktörlerine maruziyeti bulunmayan veya çok düşük düzeyde maruziyeti olan *sağlıklı bireylerden* oluşan büyük araştırma gruplarından elde edilen ölçümlerin istatistiksel analizine dayanmaktadır
- Tüm solunum fonksiyon ölçümleri, sağlıklı bireyler arasında da değişkenlik göstermektedir

Referans Değerler

- *Yaş, cinsiyet ve boy* gibi fiziksel özellikler, solunum fonksiyon testlerinde ölçülen parametreler üzerine belirgin etkisi olan değişkenlerdir
- 2019 yılında yayınlanan ATS/ERS Spirometri Standartları teknik raporu ve 2022 yılında yayınlanan ATS/ERS Spirometri Değerlendirme önerileri *Global Solunum Fonksiyon İnisiyatif (GLI) referans değerlerinin* kullanılmasını önermektedir

Referans Değerler

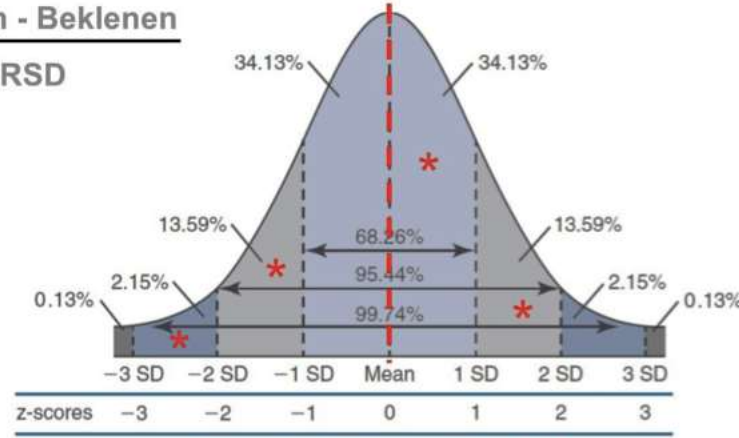
- Seğilen referans değerler *beklenen değer* olarak kabul edilerek, ölçülen solunum fonksiyon parametresi, *beklenenin yüzdesi* olarak ifade edilmektedir. Bu yaklaşım, o birey için beklenen normal referans aralık hakkında bilgi vermemektedir
- Sağlıklı sigara içmeyen referans bir popölasyonda elde edilen tüm değerlerden 5. persentili *normalin alt sınırı (lower limits of normal-LLN)* olarak değerlendirmeyi önermiştir

Referans Değerler

- Günümüzde *Global Solunum Fonksiyon İnisiyatif* (GLI) referans değerleri hem spirometri, hem karbonmonoksit difüzyon testi hem de akciğer volümleri için tanımlanmıştır
- Fizyolojik anormalliğin değerlendirilmesi için beklenen değerlerin mutlak değerleri veya yüzdeleri yerine *z-skorunun* kullanılması daha güvenilir ve sağlıklı değerlendirme imknı tanımaktadır

Z- skorları

$$\text{Z- skoru} = \frac{\text{Ölçülen} - \text{Beklenen}}{\text{RSD}}$$



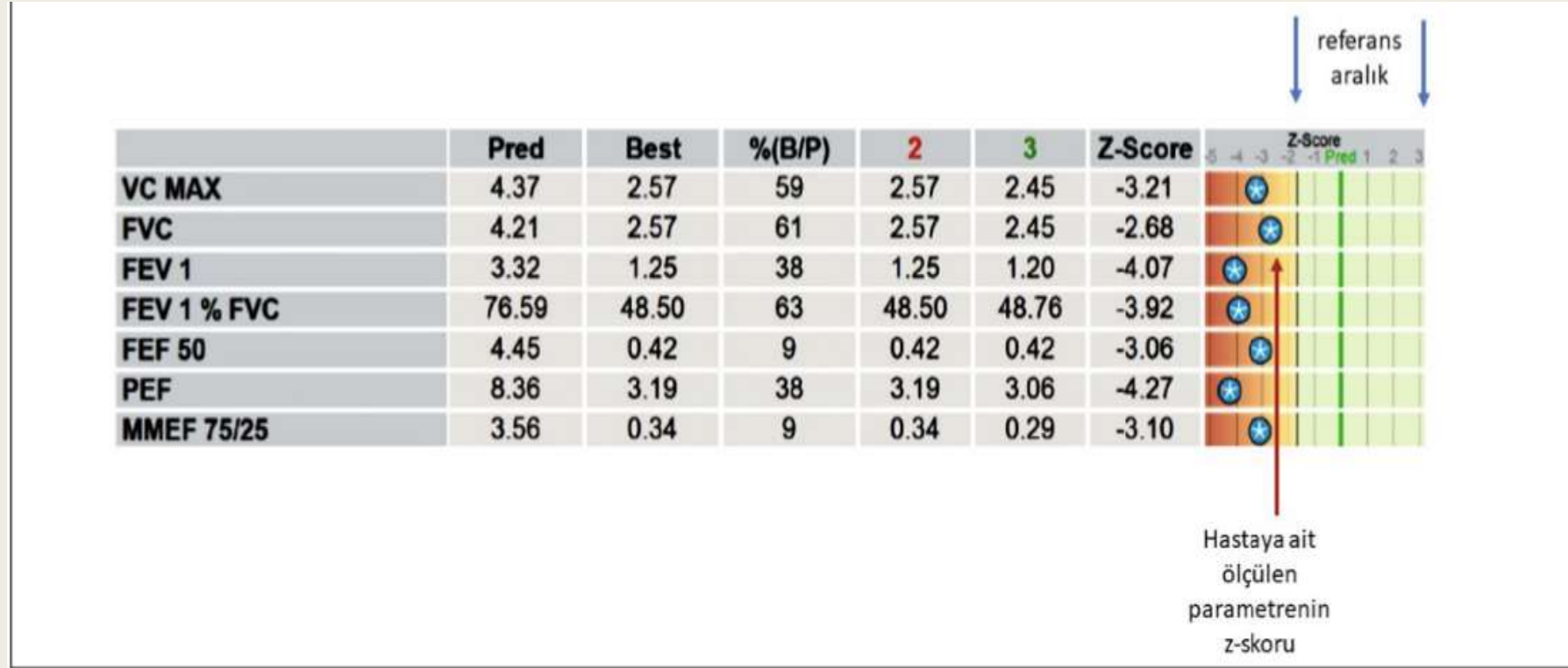
Z skoru ölçümlerin yaş, boy, cinsiyet ve soydan bağımsız, grup ortalamasına uzaklığının ifadesidir

Şekil 1: Z-skoru, yapılan bir ölçümün yaş, boy, cinsiyet ve ırk değişkenlerinden bağımsız olarak, referans alınan sağlıklı grubun ortalamasına kaç standart deviasyon uzaklığında olduğunu gösteren temel bir standart skor türüdür.

- **Z skoru**, yapılan bir ölçümün yaş, boy, cinsiyet ve ırk değişkenlerinden bağımsız olarak, referans alınan sağlıklı grubun ortalamasına kaç standart deviasyon uzaklığında olduğunu göstermektedir (Şekil 1)

Z-skoru

- Yeni değerlendirme spirometrik ölçümlerin mutlak değerleri veya beklenen % leri yerine ölçülen değer, referans grup ortalamasına ne kadar uzakta olduğunu belirler
- Z- skoru ölçümlerin grup ortalamasına uzaklığın ifadesidir
- Referans alınan sağlıklı popülasyon ölçümlerinin %90'ı - 1.64 ile + 1.64 z-skoru arasında yer alır
- Dolayısıyla %5'i -1,64 z-skorunun daha altındadır, bunlar **< LLN (lower limit of normal, normalin alt sınırı, beklenen alt değer)** olarak sınıflandırılacaktır



Şekil 2: Piktogram üzerinde yer alan yeşil barlar FEV1, FVC, FEV1/FVC değerleri için z- skorunun -1.64'ün üzerinde olduğu (beklenen alt değerlerin üzerinde, > 5. persentil) referans aralığı göstermektedir. Açık turuncu barlar, z-skorunun -1.64 ile -1.96 (2.5 sentilin altında) arasında olduğu aralığı; koyu turuncu barlar ise z-skorunun -1.96'dan düşük olduğunu göstermektedir.

Parametreler

FVC :

- Zorlu vital kapasite demektir
- Maksimum inspirasyon sonrası zorlu ve hızlı şekilde dışarı atılabilen hava miktarıdır
- Total akciğer kapasitesinden rezidüel volüm kalana kadar çıkartılan hava miktarıdır
- Hem obstrüktif hem de restriktif akciğer hastalıklarında azalır

Parametreler

FEV 1

- Zorunlu ekspirasyonun birinci saniyesinde atılan volümdür
- 1.saniyede volümün % 70-90'ı atılır
- Kooperasyon ve efora bağımlı bir ölçümdür
- Obstruktif hastalıkların hem şiddeti hem de prognozunu gösteren parametredir
- Restriktif hastalıklarda FVC azaldığı için FEV 1 de azalır
- 25 yaşından sonra her yıl 30 ml azalma beklenir
- Sigara içenlerde bu azalma her yıl 45-90 ml'dir

Parametreler

FEV₁ / FVC :

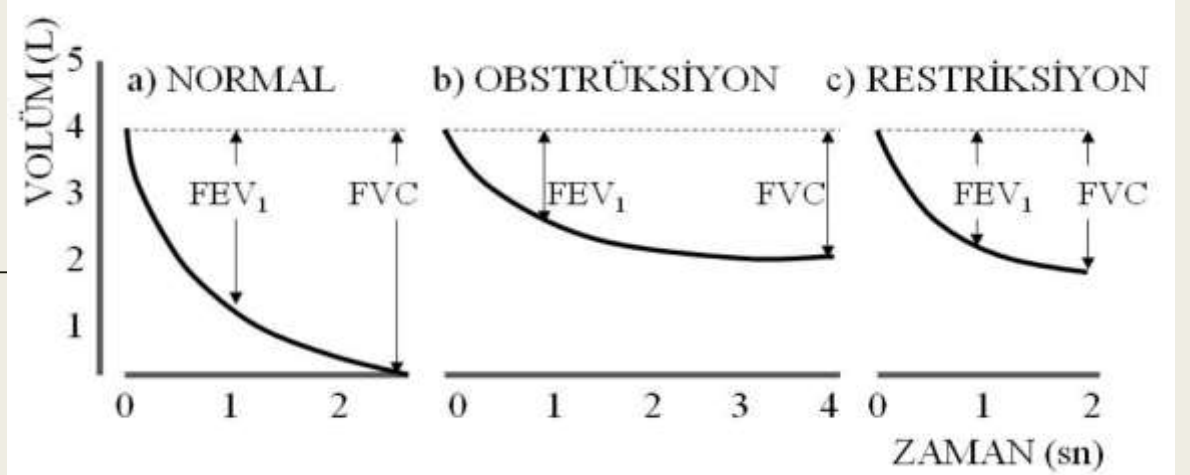
- Bu orana Tiffeneau oranı denir
- Sağlıklı kişilerde FEV₁/FVC oranı %70-80'dir, yaşla birlikte bu değer azalır %65 -70'e düşebilir
- Obstrüktif ve restriktif akciğer hastalıklarının ayırıcı tanısında kullanılır

Obstrüktif → FEV₁, FVC 'ye göre daha fazla azalır

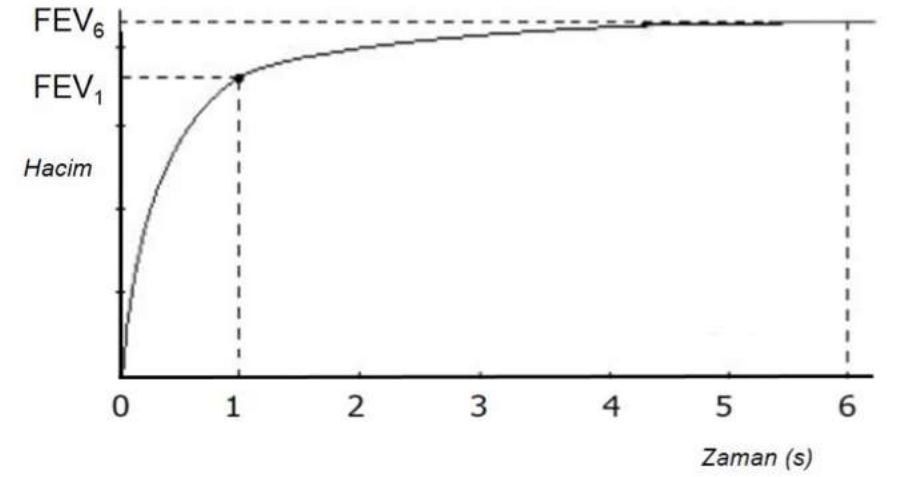
FEV₁/FVC ↓

Restriktif → FEV₁, FVC 'yle aynı oranda azalır

FEV₁/FVC. ↔ veya ↑



Parametreler



FEV6

- Maksimum inspirasyonun ardından yapılan zorlu ekshalasyonun altıncı saniyesinde dışarı atılan hava hacmidir
- Sağlıklı kişilerde bu değer, FVC ile benzerdir
- Ağır hava yolu obstrüksiyonu nedeniyle tam ekshalasyon için daha uzun süre (15-20 saniye) gerekenlerde, yaşlılarda veya senkop riski olanlarda FVC yerine FEV6'yı kullanmanın hasta için daha konforlu olduğu ve daha az değişken ölçüm ile sonuçlandığı ileri sürülmektedir

Parametreler

FEF 25- 75 :

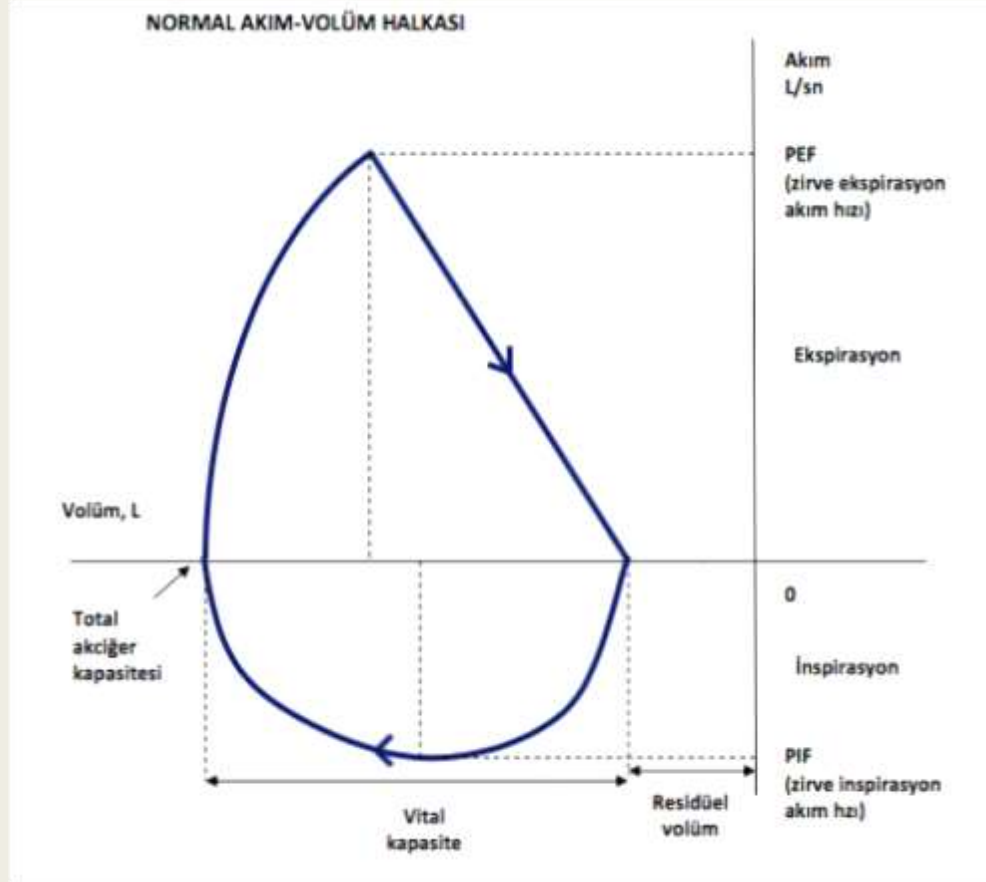
- Ekspirasyon ortasında çıkartılan havanın ortalama hızıdır, L/saniye ile ifade edilir
- Küçük hava yolu obstrüksiyonunu en iyi gösteren parametredir
- Obstrüktif akciğer hastalıklarının erken döneminde azalır

Parametreler

PEF :

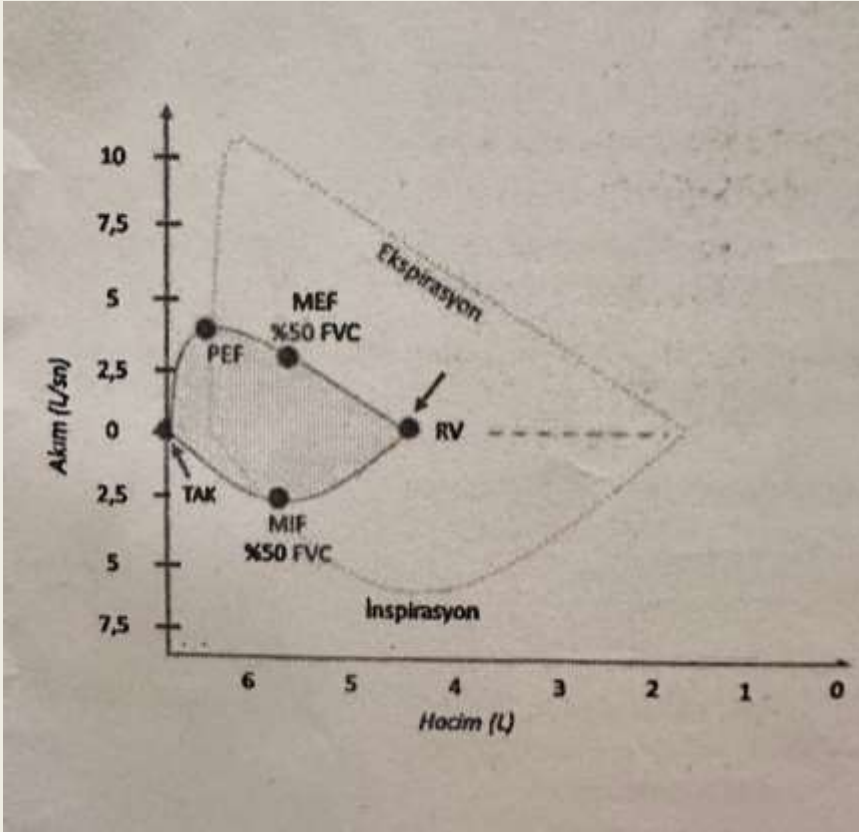
- Zorlu ekspirasyonda elde edilen en yüksek akım hızıdır
- Efor, vital kapasite ve hasta kooperasyonuna bağımlıdır
- Obstrüktif akciğer hastalıklarında azalır, restriktif akciğer hastalıklarında obstrüksiyona göre daha az azalır
- Astım tanı ve takibinde kullanılır
- Spirometri ile ölçüldüğünde L/sn olarak, PEF-metre ile ölçüldüğünde L/dk olarak belirtilir

Normal Akım-Volüm Halkası



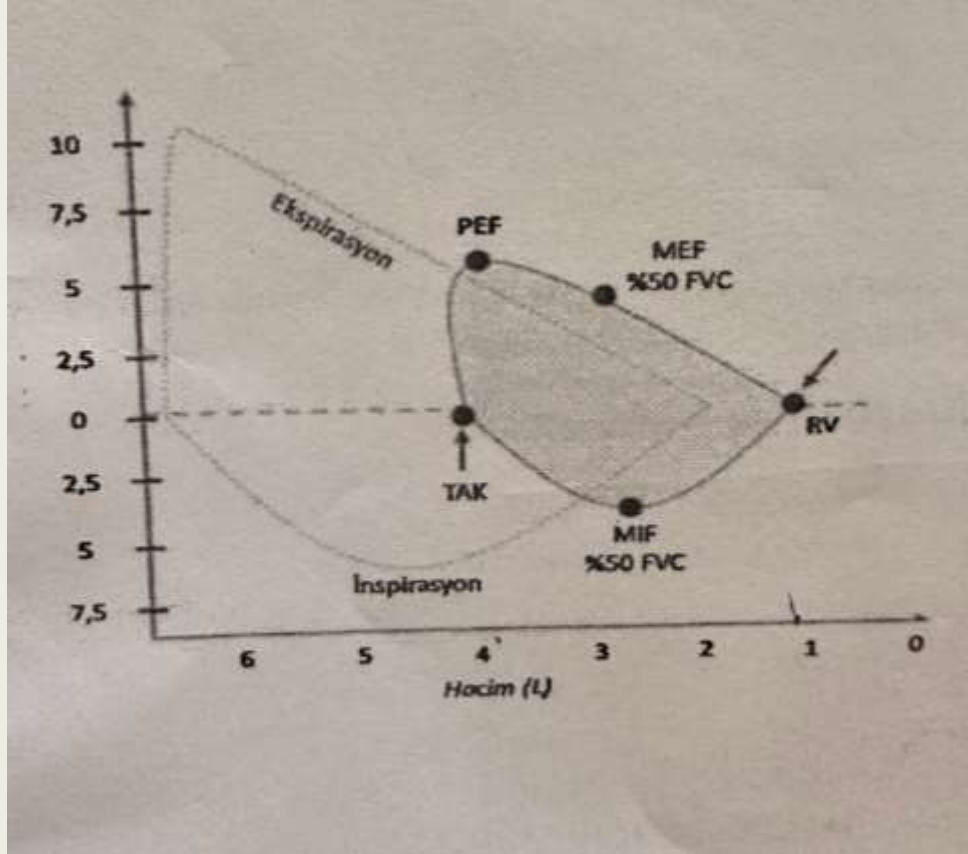
- Akım -volüm halkası statik ve dinamik testler arasındaki korelasyonu yansıtır
- Zamana bağlı olmadığı için FEV1 ölçülemez

Obstrüktif Tip Akım Volüm Halkası



- PEF belirgin şekilde azalmış ve hava hapsi nedeniyle RV artmıştır
- Ekspirasyon hızı azalır
- Özellikle periferik hava yolun hastalıklarında FEF 25-75 azalır
- TAK hava hapsinden dolayı artmıştır

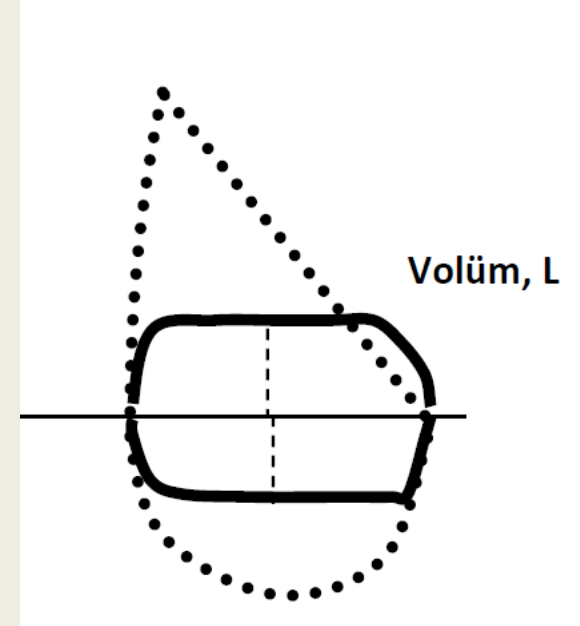
Restriktif Tip Akım Volüm Halkası



- RV ve TAK azalmıştır
- Akım-volüm halkası sağa doğru yer değiştirir
- PEF değeri azalır (obstrüktifte daha fazla azalır)

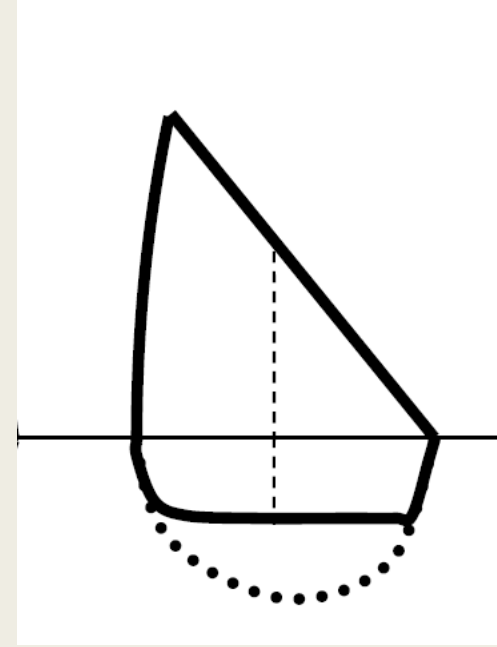
Sabit Havayolu Obstrüksiyonu

- Sabit malign lezyonları
- Sabit stenozla seyreden vokal kord paralizileri
- Trakeal stenoz



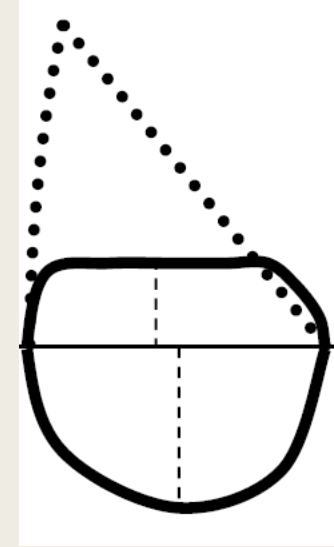
Değişken Ekstratorasik Lezyonlar

- Vokal kord paralizisi
- Subglottik stenoz
- Primer hipofarengeal veya trakeal malignitesi
- Trakeomalazi
- Guatr



Değişken İntratorasik Lezyonlar

- Trakea alt ucu tümörleri(sternal çıkıntı altı)
- Trakeomalazi
- Striktürler
- Wegener granülomatozisi



Bronkodilatör Duyarlılık Testi

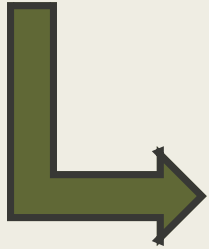
- Obstrüksüyonu olan bir olguda bronkodilatör verilerek, obstrüksüyonun geri dönüşümünün incelenmesidir

SABA (salbutamol / albuterol)	4 – 6 saat
SAMA (ipratropium bromür)	12 saat
LABA (formetrol, salmeterol)	24 saat
Ultra_LABA (indaketrol, vilanterol, olodaterol)	36 saat
LAMA (tiotropium, umeklidinyum, aklidinyum, glikopronyum)	36 – 48 saat

Bronkodilatör Duyarlılık Testi

400 mcg salbutamol veya 160 mcg ipratropium ile yapılır

15 dakika sonra test tekrarlanır



FEV 1 veya FVC 'in beklenen değere göre $> \%10$ artış olması pozitif bronkodilatör cevabı gösterir

Bronkodilatör Duyarlılık Testi (Geç Reversibilite)

- Oral steroid: 2-4 hafta sonrası (0.4-0.8 mg/kg)
- İnhaler steroid (1000 mcg üstü): 6-8 hafta



FEV1: Başlangıç değere göre $\geq\%15$ **ve** 200 mL veya PEF $\geq\%20$

Spirometreyi Değerlendirme

- Spirometri üç temel ölçümü sağlar
 - FVC (Zorlu vital kapasite)
 - FEV₁ (bir saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim)
 - FEV₁ / FVC oranı

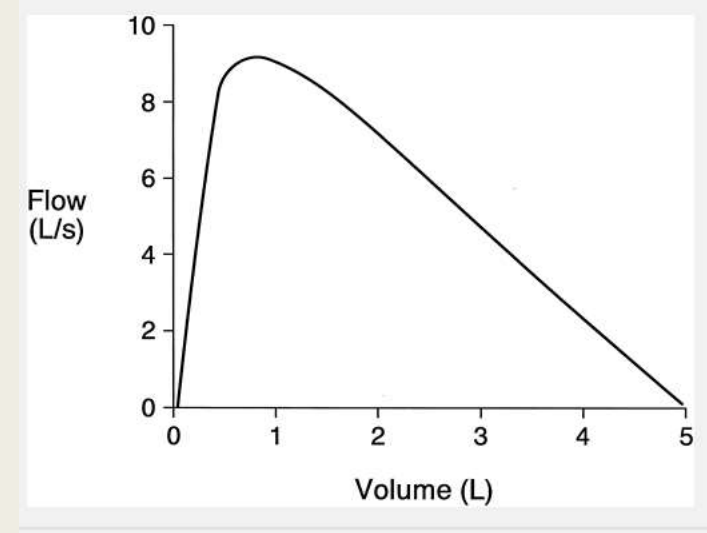
Spirometriyi yorumlamak için üçü de gereklidir.

- 1. Basamakta FEV₁/FVC'ye bakılır
 - FEV₁/FVC > LLN ise obstrüksiyon yoktur
 - FEV₁/FVC < LLN ise obstrüksiyon vardır .Restriksiyon eşlik edebilir

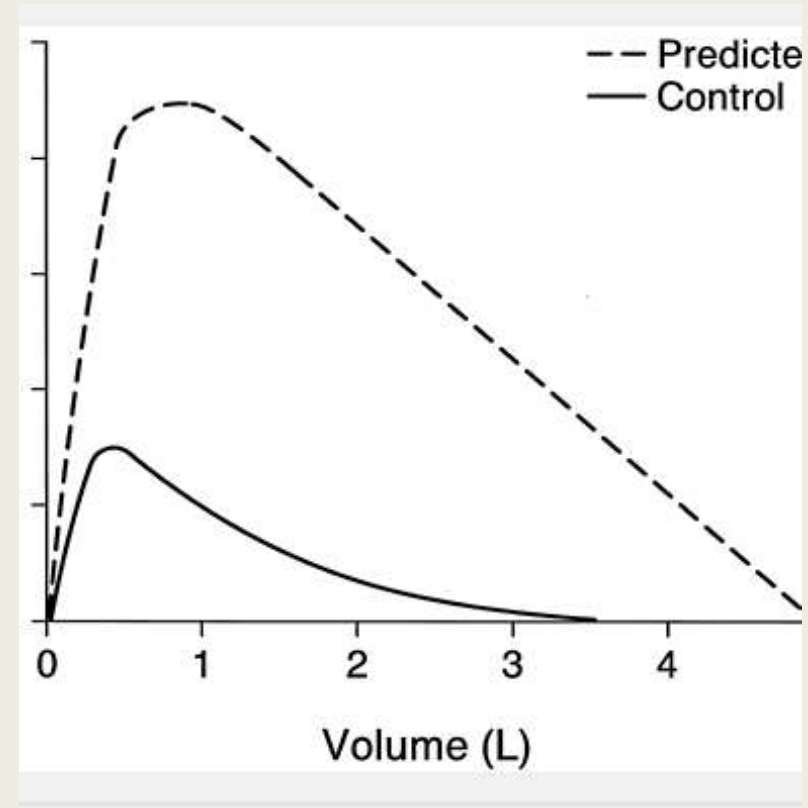
2. Basamakta FVC'ye bakılır

- Normal ise restriksiyon ekarte edilir
- Düşükse restriksiyon olabilir akciğer volümlerine (statik) bakmak gerekir

- Akım-volüm eğrisinin şekline bakılır
- FVC normal ve akım volüm eğrisi de normale, test normaldir

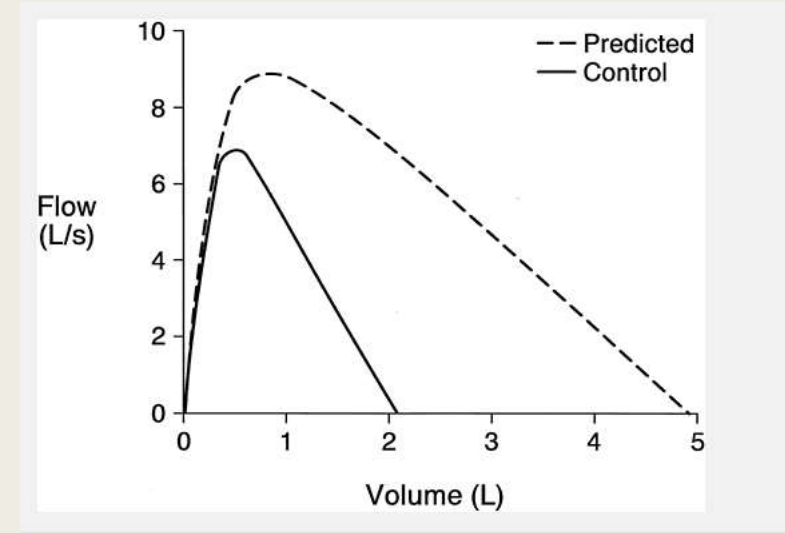


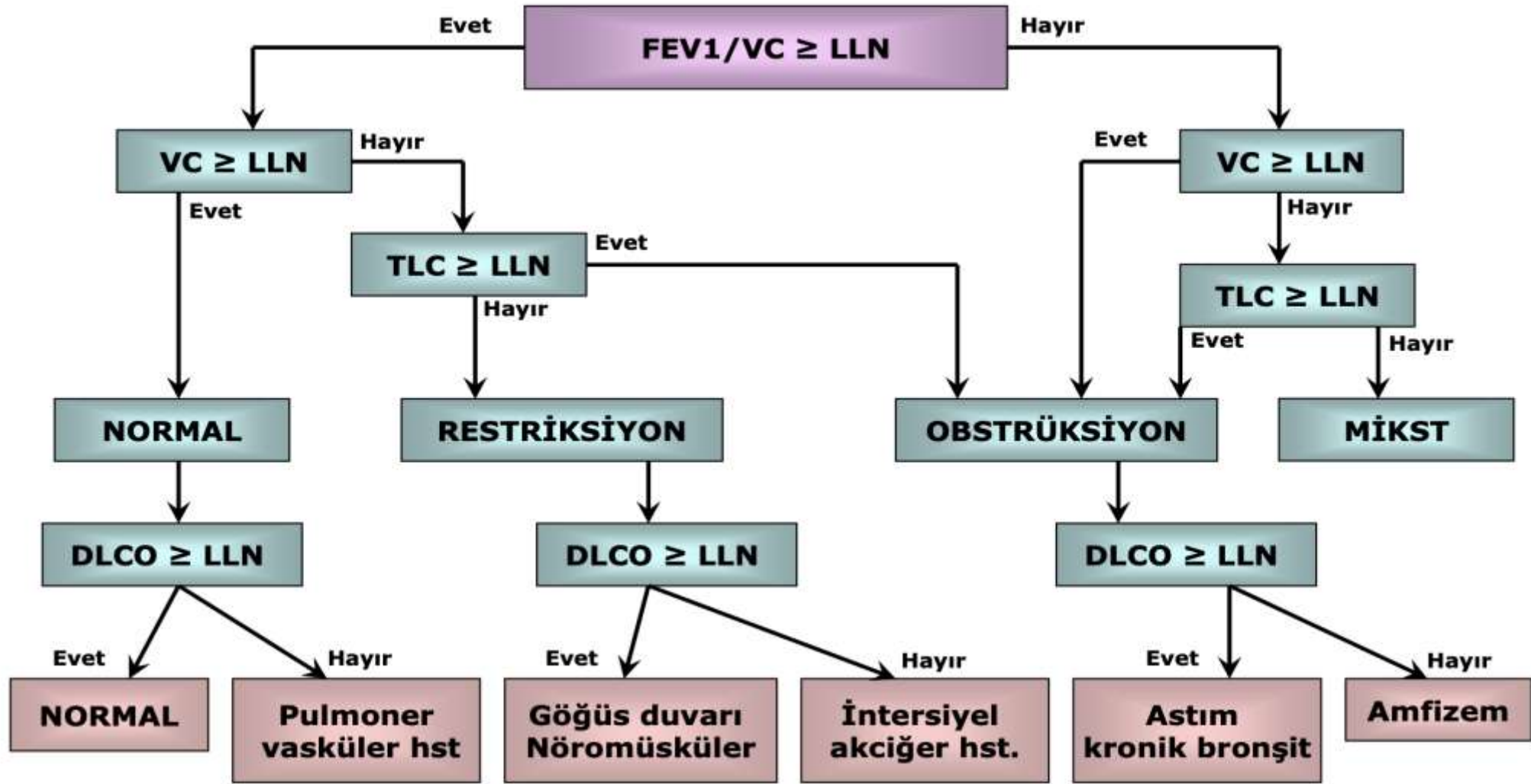
- FVC düşük ve akım volüm eğrisinde PEF azalmış ve eğri konkavlaşmış ise obstruksiyon göstergesidir

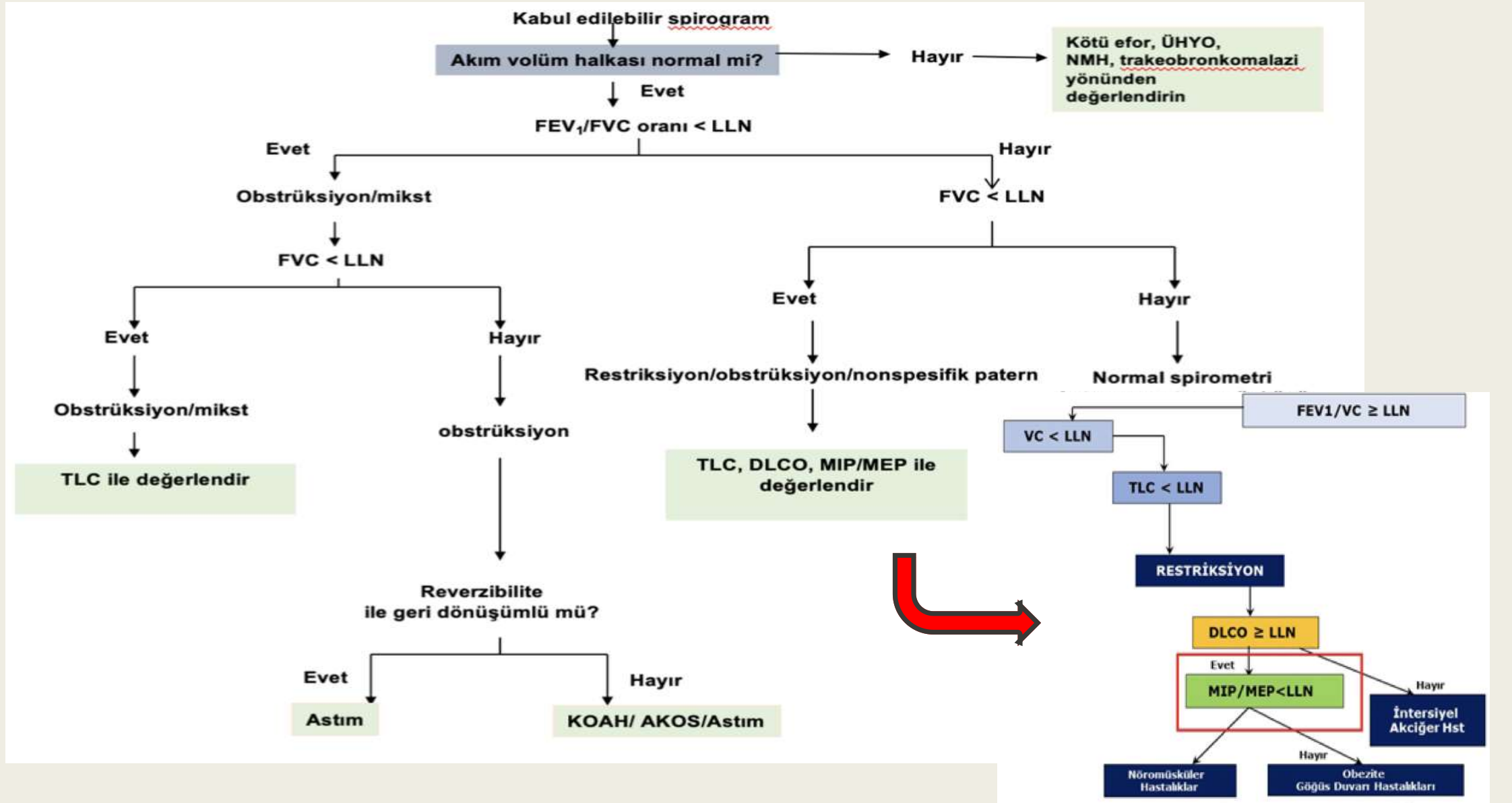


FVC düşük ve akım volüm eğrisinde;

- PEF azalmış ve eğri daralmış ise restriksiyon göstergesidir







Kaynaklar

- Ruppel GL, Enright PL. Pulmonary function testing
- *ATS/ERS Task Force European Respiratory Journal 2005*
- Standardization of Spirometry 2019 Update: An Official ATS and ERS Technical Statement
- ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests 2021
- Solunum Fonksiyon Testlerine Yönelik Tanısal Yaklaşım Uzlaşma Raporu 2024

■ TEŞEKKÜRLER