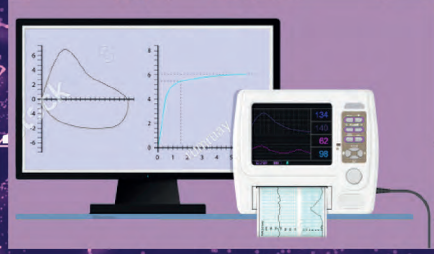


ÇOCUKLARDA SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİ

Prof. Dr. Ebru G. Yalçın
Prof. Dr. Nazan Çobanoğlu
Prof. Dr. Uğur Özçelik



00

0004



GÜNEŞ TIP
KİTAPBEVLERİ

ÇOCUKLARDA SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİ



**GÜNEŞ TIP
KİTABEVLERİ**

ÇOCUKLARDA SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİ

Editörler

Prof. Dr. Ebru G. Yalçın

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı

Prof. Dr. Nazan Çobanoğlu

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı

Prof. Dr. Uğur Özçelik

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı



**GÜNEŞ TIP
KİTABEVLERİ**

Çocuklarda Solunum Fonksiyon Testleri

Copyright © 2021

Bu Kitabın her türlü yayın hakkı **Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.**'ne aittir.
Yazılı olarak izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden kısmen veya tamamen kopya edilemez; fotokopi, teksir, baskı ve diğer yollarla çoğaltılamaz.

ISBN: 978-975-277-880-1

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz

Yayın Danışmanı ve Tıbbi Koordinatör: Dr. Ufuk Akçıl

Yayına Hazırlama: Güneş Dizgi-Grafik Tasarım Birimi

Baskı: Ayrıntı Basım Yayın ve Matbaacılık Hiz. San. Tic. Ltd. A.Ş.
Saray Mahallesi 126.Cadde No: 20 Kahramankazan / Ankara
Telefon: 0312 802 00 53-54
Sertifika No: 49599

UYARI

Medikal bilgiler sürekli değişmekte ve yenilenmektedir. Standart güvenlik uygulamaları dikkate alınmalı, yeni araştırmalar ve klinik tecrübeler ışığında tedavilerde ve ilaç uygulamalarındaki değişikliklerin gerekli olabileceği bilinmelidir. Okuyuculara ilaçlar hakkında üretici firma tarafından sağlanan ilaca ait en son ürün bilgilerini, dozaj ve uygulama şekillerini ve kontrendikasyonları kontrol etmeleri tavsiye edilir. Her hasta için en iyi tedavi şeklini ve en doğru ilaçları ve dozlarını belirlemek uygulamayı yapan hekimin sorumluluğundadır. Yayıncı ve editörler bu yayından dolayı meydana gelebilecek hastaya ve ekipmanlara ait herhangi bir zarar veya hasardan sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnönü Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43
Faks: (0212) 356 87 44

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com
info@guneskitabevi.com



Önsöz

Çocuklarda Solunum Fonksiyon Testleri (SFT), çocukluk çağı akciğer hastalıklarının tanısı ve izleminde sıklıkla kullanılan, oldukça değerli veriler elde ettiğimiz testlerdir. Solunum fonksiyon testlerinin geçerli ve güvenilir olmasını, bu testlerin doğru yapılması ve doğru değerlendirilmesi belirler.

Bu kitap, ülkemizde yaygın olarak kullanılan SFT'lerin çocuklarda endikasyonlarını doğru belirlemek, en uygun koşullarda yapılmasını sağlamak, laboratuvar içi-laboratuvarlar arası farklılıkları ve hataları en aza indirmek, testleri standardize etmek ve sonuçların doğru değerlendirilip yorumlanabilmesinde yol göstermek amacı ile hekimlerimizin ve teknisyenlerimizin başvurabileceği temel bir eser olarak hazırlanmıştır.

Alanında önemli bir eksiği kapatacağına inandığımız bu kitabın oluşmasında özveri ile çalışan tüm hocalarımıza, meslektaşlarımıza değerli katkıları için teşekkür ederiz. Tüm meslektaşlarımıza, teknisyenlerimize ve hastalarımıza faydalı olması dileğiyle...

Editörler

Prof. Dr. Ebru G. Yalçın

Prof. Dr. Nazan Çobanoğlu

Prof. Dr. Uğur Özçelik

Yazarlar

Prof. Dr. Güzin Cinel

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp
Fakültesi Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim
Dalı Ankara Şehir Hastanesi Çocuk
Göğüs Hastalıkları Kliniği, Ankara

Prof. Dr. Nazan Çobanoğlu

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk
Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, Ankara.

Doç. Dr. Nagehan Emiralioglu

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
Ankara.

Prof. Dr. Ela Erdem Eralp

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
İstanbul.

Prof. Dr. Ayhan Göçmen

Emekli öğretim üyesi, Hacettepe
Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Göğüs
Hastalıkları Bilim Dalı, Ankara.

Prof. Dr. Deniz İnal İnce

Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve
Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara.

Prof. Dr. Mehmet Köse

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk
Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, Kayseri.

Uzm. Dr. Ebru Köstereli

Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk
Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, İstanbul.

Uzm. Dr. Beste Özsezen

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
Ankara.

Prof. Dr. Sedat Öktem

Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
İstanbul.

Prof. Dr. Uğur Özçelik

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
Ankara.

Uzm. Dr. Merve Nur Tekin

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk
Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, Ankara.

Uzm. Dr. Dilber Ademhan Tural

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
Ankara.

Prof. Dr. Zeynep Seda Uyan

Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk
Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, İstanbul.

Dr. Öğr. Üyesi Füsun Ünal

Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
İstanbul.

Prof. Dr. Ebru Yalçın

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
Ankara.

Uzm. Dr. Cansu Yılmaz Yeğit

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı,
İstanbul.

Prof. Dr. Özge Yılmaz

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp
Fakültesi, Çocuk İmmunolojisi ve Allerjik
Hastalıklar Bilim Dalı, Manisa.

Prof. Dr. Hasan Yüksel

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp
Fakültesi, Çocuk Göğüs Hastalıkları
Bilim Dalı, Manisa.

İçindekiler

1. KAN GAZI VE ASİT-BAZ DENGESİ	1
<i>Doç. Dr. Nagehan Emiralioğlu, Prof. Dr. Ayhan Göçmen</i>	
2. KAN GAZI YORUMLAMALARI	9
<i>Uzm. Dr. Dilber Ademhan Tural, Prof. Dr. Uğur Özçelik</i>	
3. SPİROMETRİK ÖLÇÜM VE DEĞERLENDİRMELER	19
<i>Uzm. Dr. Merve Nur Tekin, Prof. Dr. Nazan Çobanoğlu</i>	
4. TÜM VÜCUT PLETİSMOGRAFİSİ	33
<i>Prof. Dr. Özge Yılmaz, Prof. Dr. Hasan Yüksel</i>	
5. ÇOCUKLARDA AKCİĞER DİFÜZYON KAPASİTESİ ÖLÇÜMÜ	41
<i>Uzm. Dr. Cansu Yılmaz Yeğit, Prof. Dr. Ela Erdem Eralp</i>	
6. BRONŞ PROVOKASYON VE REVERZİBİLİTE TESTLERİ	57
<i>Dr. Öğr. Üyesi Füsun Ünal, Prof. Dr. Sedat Öktem</i>	
7. AKCİĞER TEMİZLEME İNDEKSİ ÖLÇÜMÜ	67
<i>Uzm. Dr. Beste Özsezen, Prof. Dr. Ebru Yalçın</i>	
8. SOLUNUM KAS KUVVETİ ÖLÇÜMLERİ	79
<i>Prof. Dr. Deniz İnal İnce</i>	
9. KÜÇÜK ÇOCUKLARDA ZORLU OSİLASYON TEKNİĞİ VE İMPULS OSİLOMETRİ	89
<i>Uzm. Dr. Ebru Köstereli, Prof. Dr. Zeynep Seda Uyan</i>	
10. COVID-19 SALGIN DÖNEMİNDE SOLUNUM FONKSİYON TESTİ UYGULAMALARI	99
<i>Prof. Dr. Güzin Cinel</i>	
11. SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİNDE REFERANS DEĞERLER	105
<i>Prof. Dr. Mehmet Köse</i>	
12. ÖRNEKLERLE SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİ DEĞERLENDİRMELERİ	109
<i>Doç. Dr. Nagehan Emiralioğlu</i>	

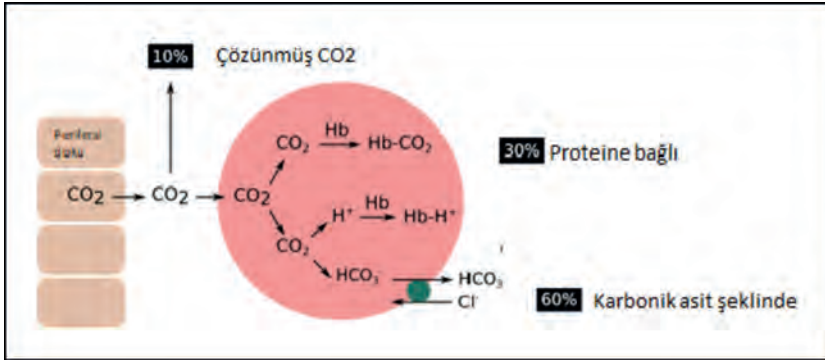
yon kusuruna bağlı anlamlı CO_2 yükselmesi meydana gelmez. Akciğerlere gelen venöz kan, difüzyon tamamlandıktan sonra “arter kanı” haline gelir. Bu durumda, akciğer kılcal damar kanı alveollerdeki ile aynı PO_2 ve PCO_2 ’ye sahip olmalıdır. Ancak arter içi kan gazının bileşimi, normal koşullarda bile alveoldekinden farklıdır, çünkü normal bir akciğerde belirli miktarda ölü boşluk ventilasyonu ve ven kanı karışımı vardır. Ölü boşluk ventilasyonu, PACO_2 ’den daha yüksek bir PaCO_2 ’ye neden olurken, ven kanı karışımı veya sağdan sola şant alveol içi gaz bileşimine kıyasla daha düşük bir PaO_2 ’ye neden olur. (1-2)

Kanda oksijen ve karbondioksitin az bir bölümü çözünmüş olarak taşınmaktadır; büyük bölümünün taşınması kimyasal olaylarla gerçekleşmektedir:

- *Oksijenin taşınması:* Oksijen kanda iki şekilde taşınmaktadır; bir bölümü kanda çözünmüş oksijen olarak taşınırken, büyük bölümü ise hemoglobin ile birleşip oksihemoglobin (HbO_2) olarak taşınır. Her iki durumda da taşınan oksijen miktarı kısmi oksijen basıncı (PO_2) ile ilişkilidir. Şekil 1’de izlenen oksijen-hemoglobin ayrışma eğrisine bakıldığında, PO_2 ’nin 10-50 mmHg’ya karşılık gelen bölümünde eğrinin dik olduğu, 80-100 mmHg aralığında ise yatıklaştığı görülmektedir. Eğrinin bu özelliğinin önemi kalp-akciğer hastalığına bağlı PO_2 ’nin 100 mmHg’dan 80 mmHg’ya düşmesi durumunda, arter kanının oksijenle maksimum doygunlukta olması nedeniyle dokuların hipoksiden korunması ile açıklanabilir. Eğrinin dik kısmında ise kısmi oksijen basıncında hafif bir azalma, fazla miktarda oksijenin hemoglobinden ayrılarak serbest hale geçmesine yol açar. (1)

Arter kanı kısmi oksijen basıncının 60 mmHg üzerinde olduğu durumlarda kanın oksijenlenmesinin gösterilmesinde arter kanı PO_2 ölçümü daha büyük önem taşır. Bunun nedeni, PO_2 ’nin 60 mmHg üzerinde olduğu durumlarda, oksijen miktarı veya satürasyonundaki değişikliklerin PO_2 ’deki değişiklikler kadar belirgin olmamasıdır. Ancak PO_2 60 mmHg’nın altında ise PO_2 ’deki küçük değişikliklerin oksijen miktarı ve satürasyonunda büyük değişimlere yol açacağı bilinmelidir. Bu nedenle de PO_2 60 mmHg’nın altında, oksijen miktarının ölçümü PO_2 ölçümünden daha güvenilir olabilir.

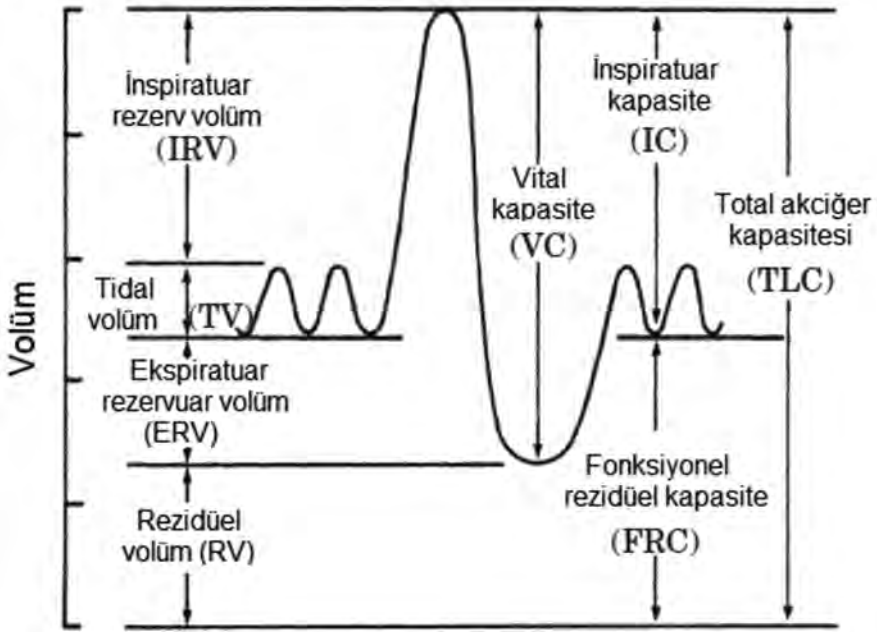
plazma ve büyük bölümü eritrosit içerisinde olmak üzere, iki bölümde taşınır. Plazmada çözünen karbondioksitin az bir bölümü su ile yavaş bir reaksiyona girerek karbonik asidi ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$) oluşturur. Arter kanının, ven kanına dönüşmesi sırasında çözülmüş karbondioksit konsantrasyonu artar ve reaksiyon sağa yönelir. Bu reaksiyon sonucunda oluşan karbonik asit iyonize olarak ($\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$) ortaya çıkan hidrojen iyonu plazma pH'sında hafif düşmeye neden olur, plazmadaki tampon sistemleri tarafından tamponlanır. Plazmada çözünen karbondioksitin çok az miktarı da plazma proteinleri ile birleşerek karbamino bileşiklerini oluşturur. Eritrositler içerisine difüzyona uğrayan karbondioksitin de az bir bölümü eritrosit içerisinde çözülmüş CO_2 halinde kalır. Karbondioksitin önemli bir bölümü, hemoglobinin amino grupları ile birleşerek karbamino-Hb bileşiğini oluşturur. Eritrositlerin içerisine difüzyona uğrayan CO_2 'in en büyük bölümü ise hidrasyonla karbonik aside çevrilerek taşınır. Şekil 2'de karbondioksitin eritrosit ve plazmada taşınması gösterilmiştir.



ŞEKİL 2: Karbondioksitin dokulardan plazma ve eritrosit içerisine taşınması (1).

Akciğerlerde bu olaylar tersine döner ve karbondioksit kandan alveol içine difüzyona uğrar. Karbondioksitin difüzyonu çok hızlı olduğundan akciğer kılcal damarı ve alveol içi hava PCO_2 'si arasında bir denge oluşur. Alveol içi CO_2 kısmi basıncı alveol ventilasyonu ile ters orantılıdır. Böylece alveol içi PCO_2 , alveol ventilasyonu azaldığında yüksek, arttığında ise düşük olacaktır.

bu dört hacmin toplamından oluşur (Şekil 1). Konvansiyonel spirometre ile FVC, FEV1, FEV1/FVC oranı, zorlu nefes vermenin ortasındaki akım hızı (FEF25-75), PEF, VC, inspiratuar hacim (IV) ve ERV mutlak değerleri ölçülür ve aynı yaş, boy, ırk ve cinsiyetteki sağlıklı çocuk verilerinden elde edilen referans değerleri ile karşılaştırılarak yüzde (%) değerleri belirlenir.



ŞEKİL 1: Akciğer hacimleri.

Akciğer hacimleri; vücut büyüklüğü, cinsiyet ve ırk ile ilişkilidir. Aynı boyda olan genç erkekler genç kadınlardan, beyaz ırka mensup olanlar siyah ırka mensup olanlardan daha yüksek akciğer fonksiyon değerlerine sahiptir. Akciğer fonksiyonu, ergenlik büyüme atağı dönemi olan, kızlarda 10 yaşına ve erkeklerde 12 yaşına gelene kadar yaşla birlikte doğrusal olarak artar. Fakat ergenlik döneminde bu oran değişir. Ergenlerde akciğer büyümesi, büyüme atağı sırasında boy artışının gerisinde kalmaktadır. Ergen erkeklerde 12,5-18 yaş arasındaki boy uzama piki, ağırlık ve FVC artışından bir yıl önce olur. Genç kadınlarda ise aynı yaş aralığında tüm spirometre indekslerinin artış hızları düşer. Boy ve akciğer hacimleri ara-



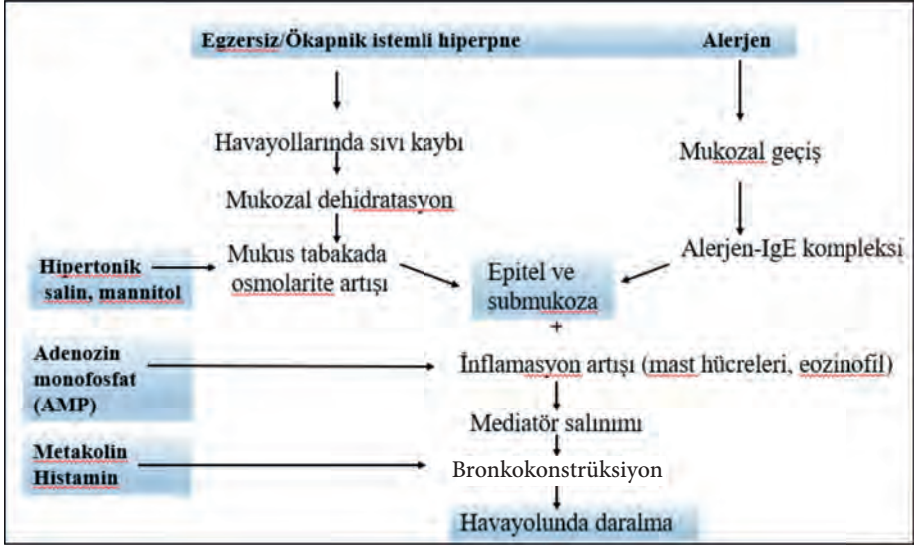
ŞEKİL 2: Pletismografi sırasında hastanın oturacağı alan, ağız parçasına kolaylıkla erişebileceği şekilde olmalıdır.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Pletismografik değerlendirme akciğer hacimlerinden TLC, RV ve FRC yanında spesifik hava yolu direnci (sRaw) hakkında bilgi sağlar. (4,8) Sonuçları değerlendirmeden önce teknik olarak sonuçların kabul edilebilir olduğunun kontrol edilmesi önem taşır. Akciğer hacimlerinin sonuçları değerlendirilirken, akciğer hacminde ve ağızdan ölçülen basınçta olan değişim arasındaki ilişki düz çizgi oluşturmalıdır. Kutudan olan kaçak gibi cihaza bağlılığı, ağız parçasından olan kaçak gibi teknik problemler bu ilişkinin düz çizgiden kaymasına neden olabilir. (8)

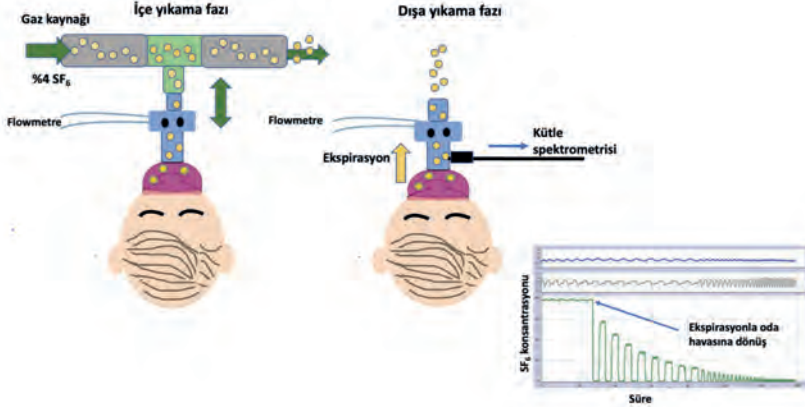
Sonuçların değerlendirmesinde farklı referans değerler vardır, okul öncesi solunum fonksiyon testlerinin tümünde belirtildiği gibi her toplum için farklı referans değerler saptanmalıdır ve sonuçlar değerlendirilirken bunlar göz önüne alınmalıdır (9,10). Beklenen değer %80 ile %120'si

astım dışında akciğer hastalıklarında ve sağlıklı okul çocuklarında da görülür. Dolaylı uyarılar ise tıpkı astım patofizyolojisinde olduğu gibi mediatörler üzerinden etki ortaya çıkardığından astım için özgüllüğü daha yüksektir (Şekil 1). (1,4)

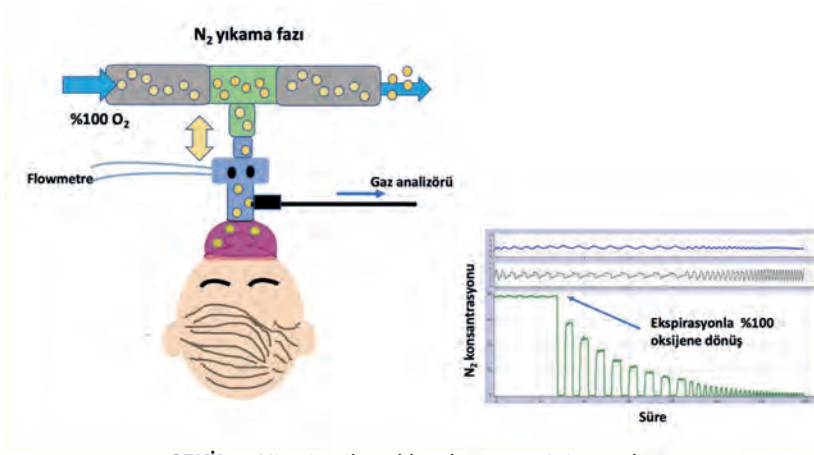


ŞEKİL 1: Bronş provokasyon testlerinin patofizyolojisi (4).

Provokasyon için kullanılan fiziksel ve farmakolojik ajana yanıt olarak gelişen havayolu obstruksiyonu spirometre ile gösterilir. Tekrarlayan ölçümler gerektiğinden yeterli iş birliği göstermeyen okul öncesi çocuklar için spirometri yerine zorlu osilometre, vücut pletismografisi ve deri yoluyla oksijen basıncı ölçümü gibi yöntemler ile BHR gösterilebilir. Sekiz yaşındaki çocuklarda deri yoluyla oksijen basıncında (tcpO_2) %20 azalma ile FEV1'de %20 azalma korele bulunmuştur ve okul öncesi çocuklar için de %20 azalma anlamlı kabul edilmiştir. Bebeklerde ise nabız oksimetre ile ölçülen SpO_2 'de %15 azalma ya da 5 birim azalma ya da $\text{SpO}_2 < \%91$ olması pozitif kabul edilir. (5) Solunum mekaniklerini ölçen teknikler (Rint, FOT ya da sRaw) ile yapılan ölçümlerde provokasyon sonrası %40-80 arasında değişiklik olması bronkokonstrüksiyon için anlamlı kabul edilir. (5-8)



ŞEKİL 1: Sülür hekzaflörür ile çoklu nefes yıkama testi yapılması.



ŞEKİL 2: Nitrojen ile çoklu yıkama testinin yapılması.

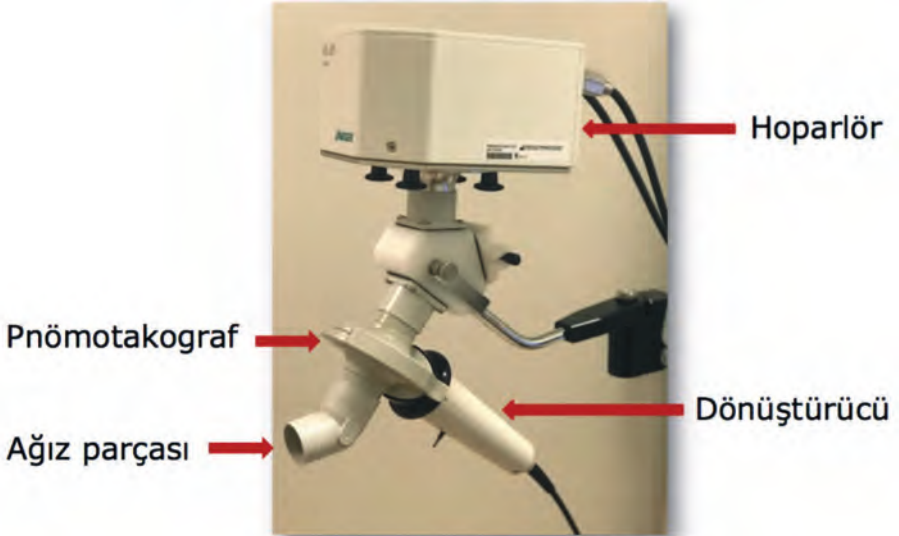
LCI, birikmeli nefesle verilen hacmin (CEV), fonksiyonel rezidüel kapasiteye (FRC) bölünmesi ile hesaplanır. FRC ise dışa yıkama sonunda nefesle verilen toplam test gazı hacminin (V_{TEST}), test gazının başlangıçtaki tidal soluk sonu kısmı (C_{ILK}) ile sondaki tidal soluk sonu kısmı (C_{SON}) arasındaki farka bölünmesi ile elde edilir. Akciğer ventilasyonu kötüleştikçe akciğeri izleyici gazdan temizlemek için gereken tidal soluk sayısı ve nefesle verilen hacim miktarı, dolayısıyla LCI artar.

$$FRC = V_{TEST} / (C_{ILK} - C_{SON})$$

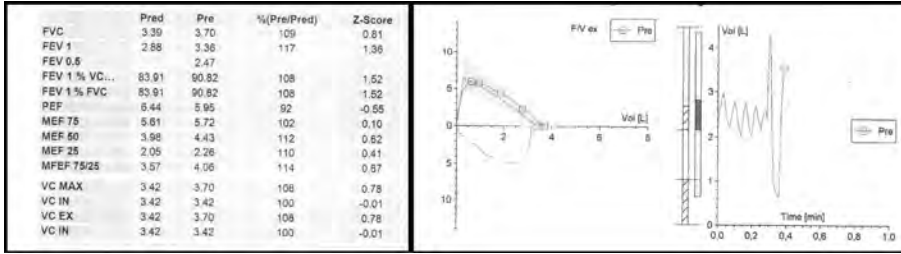
$$LCI = CEV / FRC$$



ŞEKİL 1: İOS uygulanan bir hasta.



ŞEKİL 2: İOS cihazının bileşenleri.



ŞEKİL 1: Spirometrik değerlendirmede akciğer hacimleri ve akım-hacim eğrileri

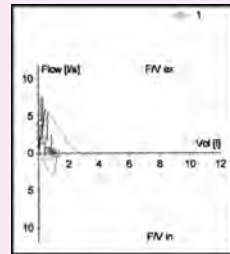
Yorum: Bu olgu normal SFT'si olan bir olgu örneğidir. FEV1:%117, FVC:%109 ve FEV1/FVC değerlerinin normal olduğu görülmektedir. Akım hacim eğrisi de normal eğim göstermekte, obstrüktif ya da restriktif bir patolojiyi düşündürmemektedir. Bu bulgularla birlikte değerlendirildiğinde olgu, normal spirometrik değerlendirmeye sahiptir.

• Olgu 2

Kistik fibrozis tanısıyla izlenen 10 yaşındaki erkek olgunun balgamlı öksürük semptomunda artış mevcuttu. Fizik muayenede her iki akciğerde yaygın ralleri olup, toraks bilgisayarlı tomografisinde (BT) mozaik perfüzyon paterni ile birlikte her iki akciğerde kistik bronşektazileri izlendi. SFT değerlendirmesinde akım-hacim eğrisi ve akciğer hacimlerine göre hesaplanmış yüzde değerler aşağıdaki gibi izlendi. (Tablo 2)

Tablo 2: Akciğer hacimlerine göre hesaplanmış yüzde beklenen değerleri ve akım-hacim eğrisi

FVC	%44
FEV1	%35
FEV1/FVC	%61
PEF	%69
FEF25-75	%10
TLC	%135
RV	%144
RV/TLC	%45



Yorum: Bu olguda FEV1:%35, FVC:%44 ve FEV1/FVC oranının da %61 düşük olduğu görüldü, bu bulgularla ağır obstrüktif hava yolu hastalığı ya da obstrüktif ve restriktif hava yolu hastalığının birlikte olabileceği düşünüldü. (4,5) Total akciğer kapasitesine (TLC) bakıldığında %135 ve yüksek olduğu, rezidüel hacmin (RV) de %144 değerinde ve yüksek

ARADIGINIZ TÜM TIP KİTAPLARI BU ADRESTE



www.guneskitabevi.com

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnönü Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43
Faks: (0212) 356 87 44

KADIKÖY ŞUBE

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47



Türkiye'nin her yerinden...

0505 734 13 13



ISBN: 978-975-277-880-1



9 789752 778801