



SFT, küçük hava yoluna yönelik testler

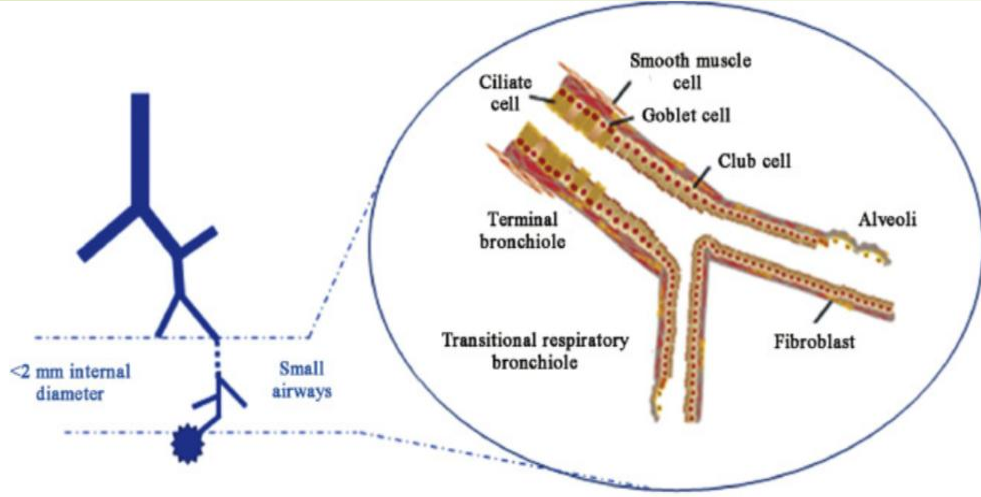
Songül Özyurt

RTEÜ Tıp Fakültesi Göğüs
Hastalıkları AD

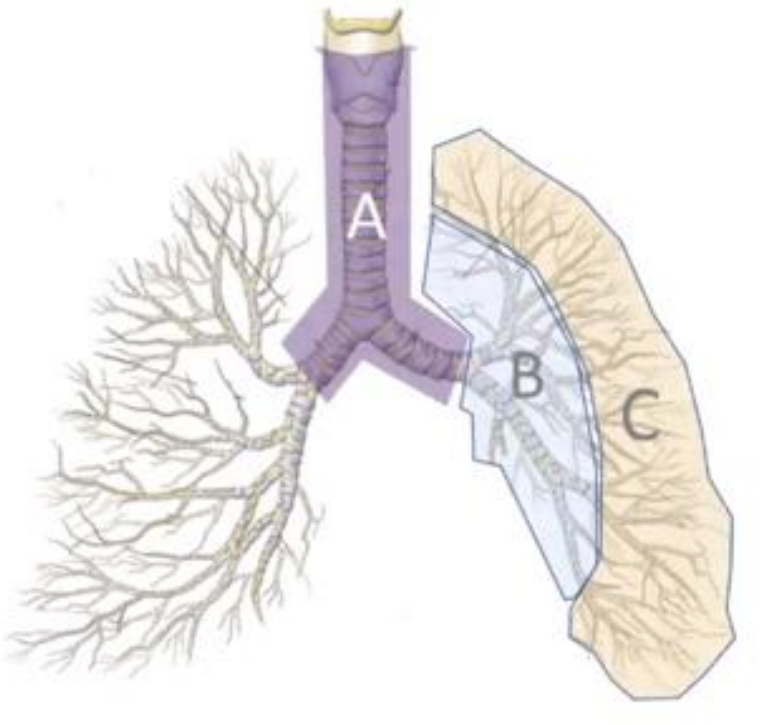


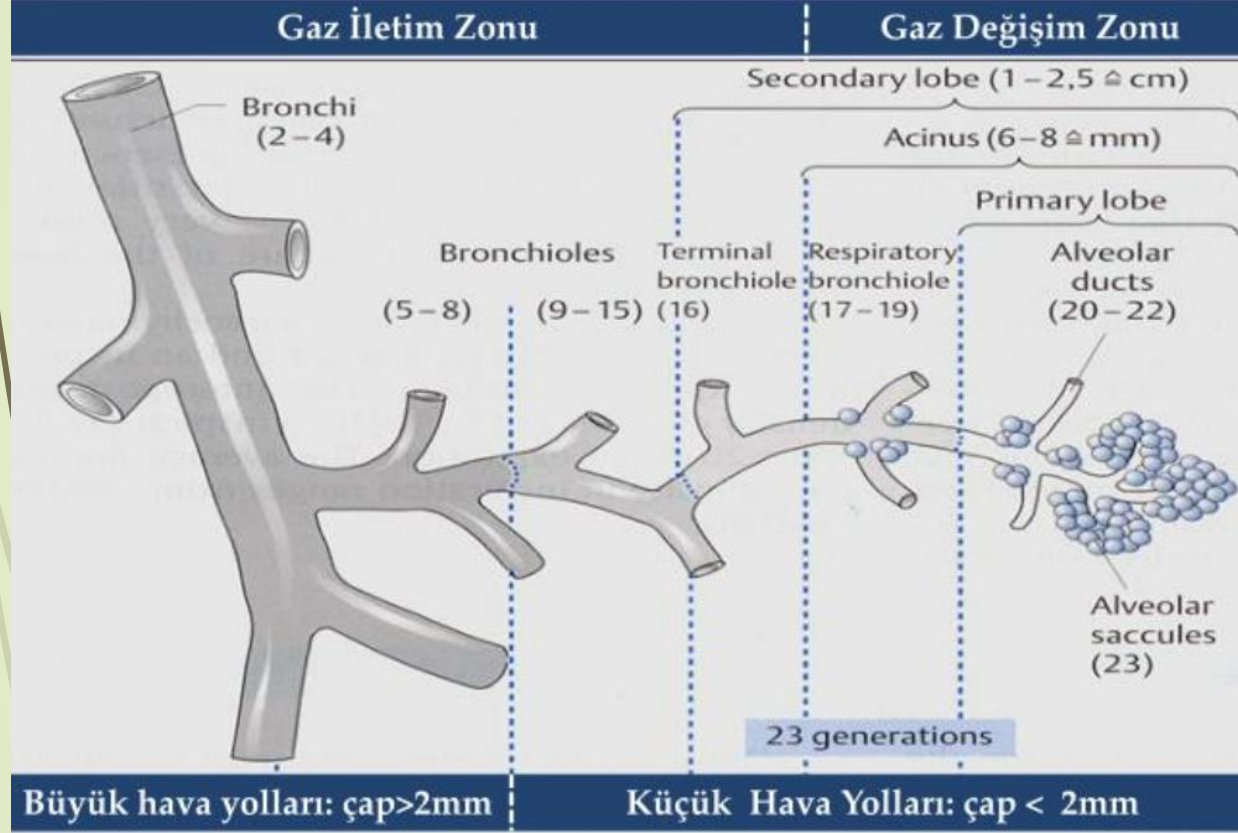
SUNUM PLANI

- Küçük hava yolu tanımı
- Küçük hava yollarının klinik önemi
- Küçük hava yollarına yönelik testler
- İOS



- Küçük hava yolları, çapı 2 mm'den küçük
- 8. nesilden itibaren oluşur ve iletken hava yollarının bir kısmı ile tüm asiner hava yollarını içerir
- Kıkırdak desteğinden ve mukus bezlerinden yoksundurlar
- Düz kas içerir



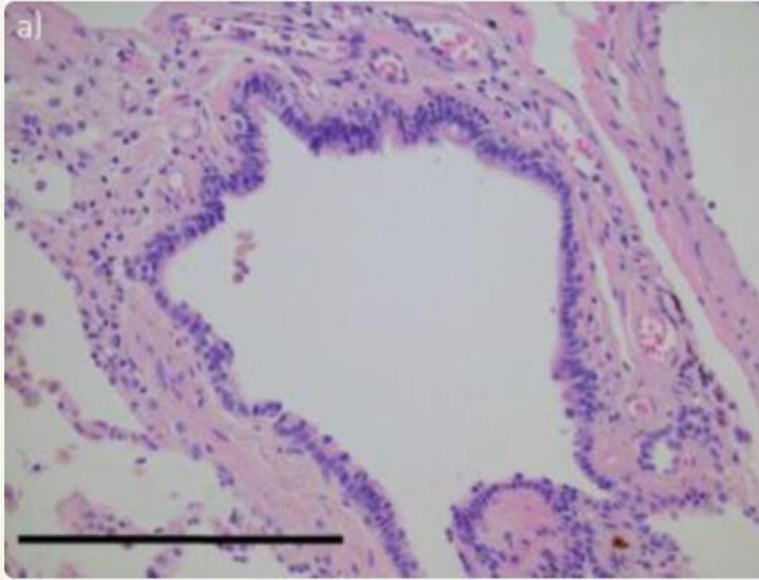


- Sağlıklı bireyde toplam hava yolu direncinin %10–20’sinden sorumlu
- “Sessiz bölge”
klasik testlerle saptanması güç
- Hem KOAH hem de astımda, küçük hava yollarının hava akımı tıkanıklığının ana bölgesi olduğu gösterilmiştir
- Özellikle astımlı hastalarda direncin %40-60’ından sorumlu

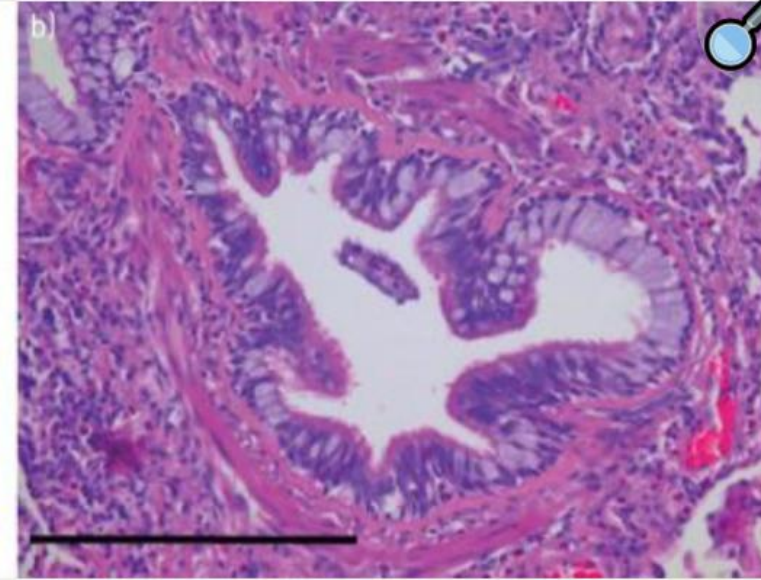
- Postmortem incelemeler
- Akciğer doku örnekleri
- Transbronşiyal biyopsi

goblet hücresi metaplazisi, bazal membran kalınlaşması, hava yolu düz kas hiperplazisi ve eozinofili

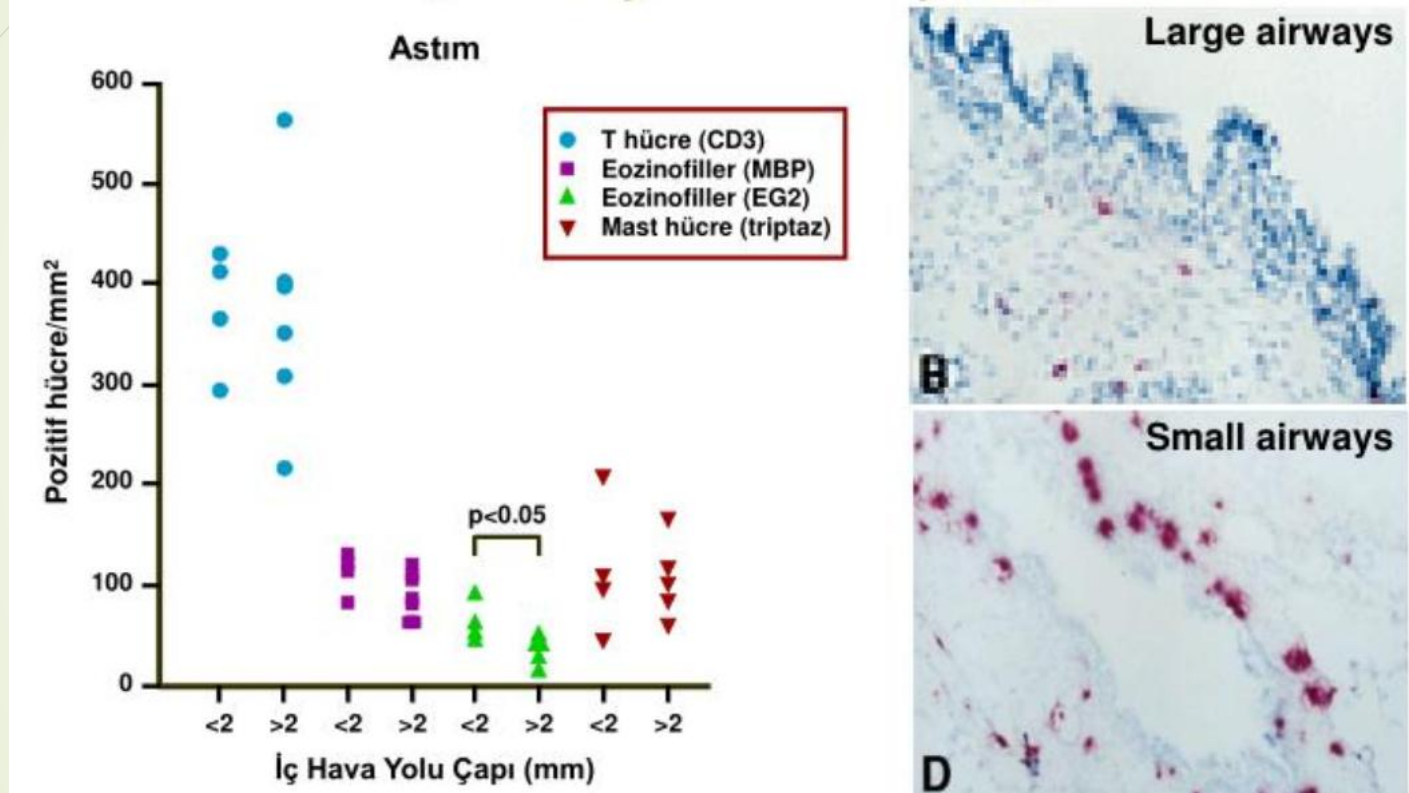
sağlıklı



Astımlı

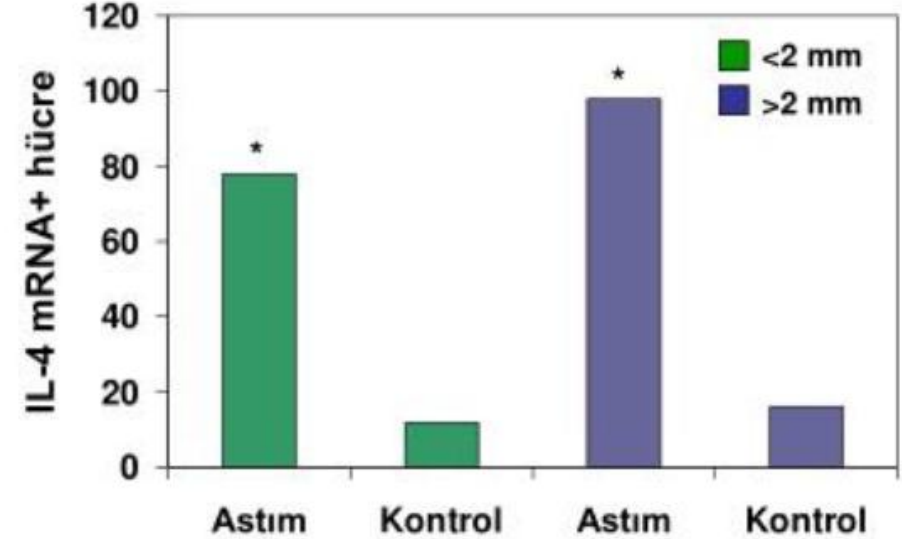
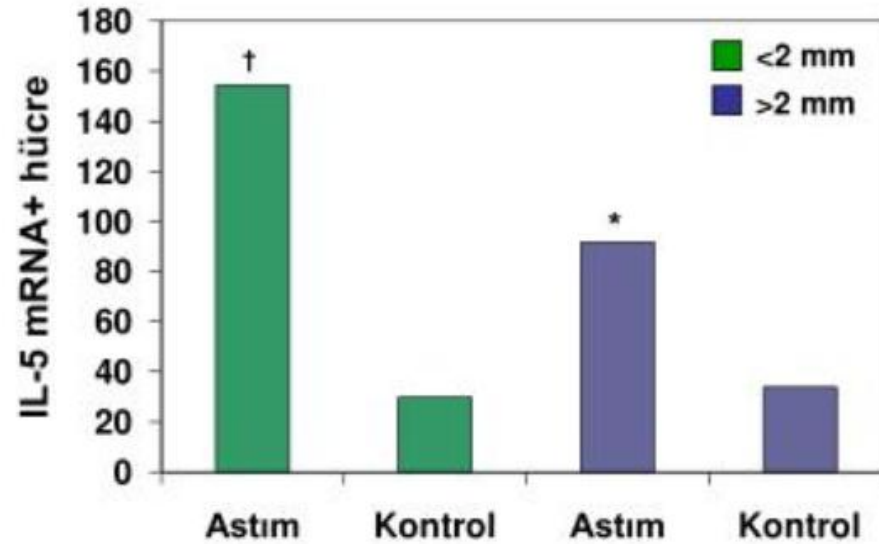


Ameliyat materyali



Hamid Q, Song Y, Kotsimbos TC, Minshall E, Bai TR, Hegele RG, Hogg JC. Inflammation of small airways in asthma. J Allergy Clin Immunol. 1997 Jul;100(1):44-51

Hafif astımlı olgular, biyopsi örneklerinde küçük hava yollarında inflamasyon (Th2sitokinler)

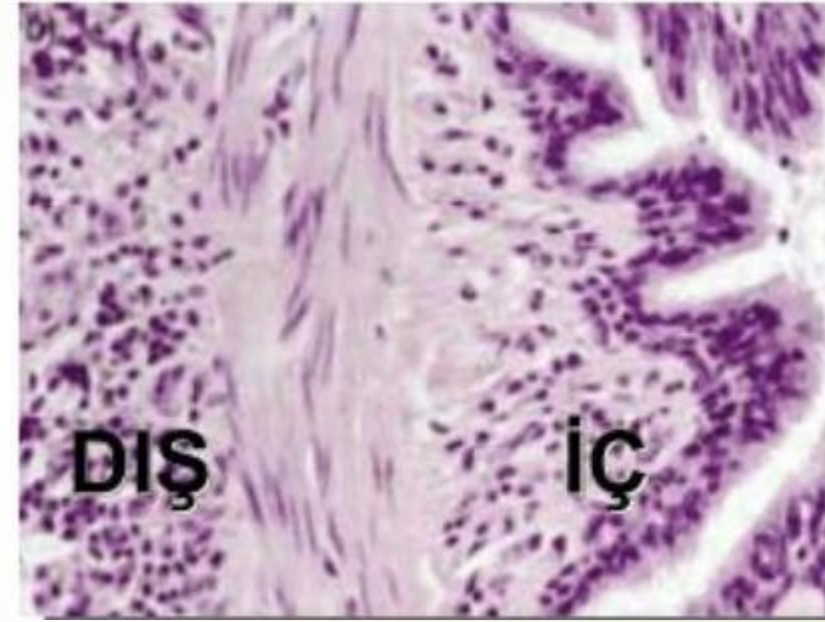


[†]p<0.001 KHY vs. BHY
^{*} p<0.05 vs. kontrol

Küçük hava yollarında remodeling



Düz kas spazmı
Hava yolu duvar kalınlaşması
Düz kas kitlesinde artış
İnflamasyon sonucu lümende
daralma



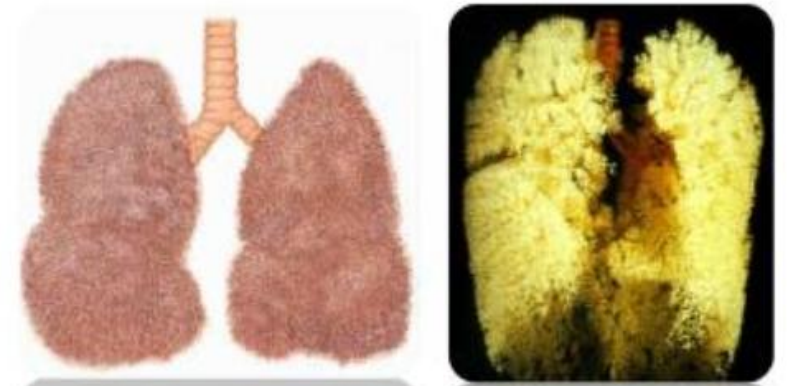
Düz kas dış bölgesinde belirgin
eozinofil infiltrasyonu

Küçük hava yolunun önemi/ fizyolojik sonuçları?



Hacim : 50 ml
Alan : 290 cm²

Büyük hava yolu



Hacim : 4500 ml
Alan : 140 m²

Küçük hava yolu

Küçük hava yollarının
hacim ve yüzey alanı
daha fazla

KHY disfonksiyonunun değerlendirilmesi

- SFT
- PLETİSMOGRAFİ (RV artar, kapanma volümü yüksek olması, RV/TLC artar)
- **İmpuls Osilometri**
- FeNO
- Nitrojen Arınma Testi (çok/tek soluk)
- HRCT (ağır astım hastalarında mutlaka yapılmalı)
- MR??

SFT	FEV ₁ , FEF ₂₅₋₇₅ , FEV ₁ /FVC, FEV ₃ /FVC, FEV/SVC FEV ₆ /FVC, FEV ₃ /FEV ₆	• Yaygın olarak kullanılabilir • Tekrarlanabilir • Standartlaştırılmış kriterler	• Erken hastalığa ve ince değişikliklere karşı nispeten duyarsızdır • Efora bağlı • Küçük hy değişikliklerine özgü değildir
Pletismografi	RV, RV/TLC, hava yolu direnci	• Yaygın • Tekrarlanabilir • Nispeten kolay uygulanabilir • Erken değişikliklere duyarlıdır	• Küçük hava yolu hastalığına özgü değil • Çabaya bağlı • Nispeten zaman alıcı
iOS	Z, R _{rs} , X _{rs}	• Noninvaziv • Kolay • Efordan bağımsız • Tekrarlanabilir • Nefes içi analiz	• Yaygın değil • Yutma ve üst solunum yolu artefaktından kaynaklanan parazit
N washout	Closing capacity and closing volume	• Erken değişikliklere duyarlıdır • Distal ve proksimal hava yolu hastalıkları arasında ayırım yapabilir	• Gerçekleştirilmesi zordur • uzman ekipman gerektirir • Araştırma ortamlarıyla sınırlıdır
Exhaled nitric oxide (FE _{NO})	enflamasyonu gösteriyor fakat küçük hy?büyük HY? Ayırt edilemiyor	• Kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilir • Elde taşınabilir analizörler mevcuttur	• KOAH'taki rolü belirsiz • Sigara içme durumundan etkileniyor
HRCT	Hava yolu değişikliklerinin ve Gaz hapsinin değerlendirilmesi, mozaik patern (küçük hy tutan hehangibir hastalığı gösterir)	• Kolay ulaşılabilir • Hızlı ve kolay gerçekleştirilebilir	• KHY doğrudan görselleştirmek mümkün değil • Uzman yazılım gerekebilir • Standart ölçüm yok, Radyasyon dozu
Hiperpolarize MRI (he, xenon)	Görünür difüzyon katsayısı Bölgesel havalanma kusurları	• Hastalığın dağılımındaki heterojenliğin değerlendirilmesine olanak tanır • Radyasyon dozu yok	• Pahalı • Araştırmalar ile sınırlı
Nükleer tıp (sintigrafi, SPECT ve PET)	Ventilasyon İnhale edilen ilaç veya reseptör dağılımı	• Hastalığın dağılımındaki heterojenite değerlendirilebilir • İlaçların akciğer bölgesine hedeflenmesine yardımcı olabilir • Bireysel ilaçları veya reseptörleri incelemek üzere uyarlanabilir	• Radyasyon dozu • Küçük hava yollarını belirlemek zor • Bazı izotoplar pahalı olabilir • SPECT ve PET henüz yaygın olarak bulunmuyor

Spirometrik obstrüksiyon parametreleri:

FEF %25-75 : < 65

Orta ve küçük hava yollarını gösterir

- Değişkendir, tekrarlanabilirliği düşük
- FEV1, FEV1/FVC'den etkilenir
- Hastanın vücut yapısı, boy, etnik köken nedeniyle varyasyon oluşur
- Efora bağlı
- Ağır obstrüksiyonda ekspirasyon süresi kısaldığı için FEF25-75 yanlışlıkla yüksek bulunabilir
- Yaşla azaldığından ileri yaşlarda yanlış yorumlara neden olabilir

BRONŞ PROVOKASYON TESTİ

Provokasyon testi sırasında FEV1'de %20 düşmeye neden olan konsantrasyonda (PC20) FVC'nin de düşmesi;

- Küçük havayollarında daralma varsa, hava hapsine neden olup rezidüel hacmin artması nedeniyle FVC'nin düşmesine yol açar
- Hem küçük havayolu darlığının gösterilmesinde hem de tedavi yanıtının izlenmesinde kullanılmaktadır

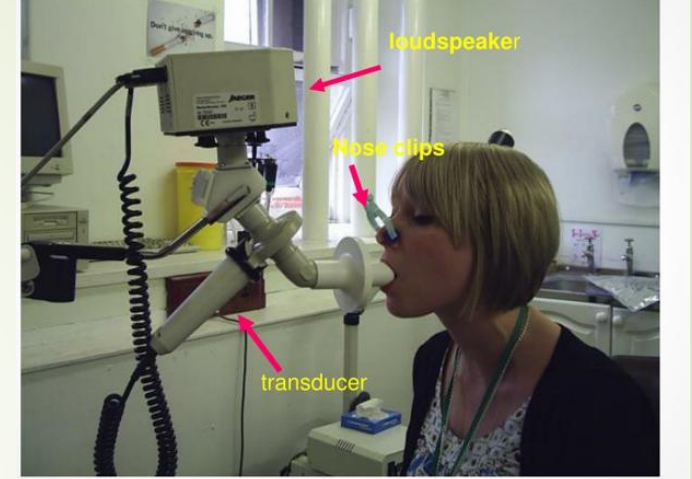


Dinamik komplians:

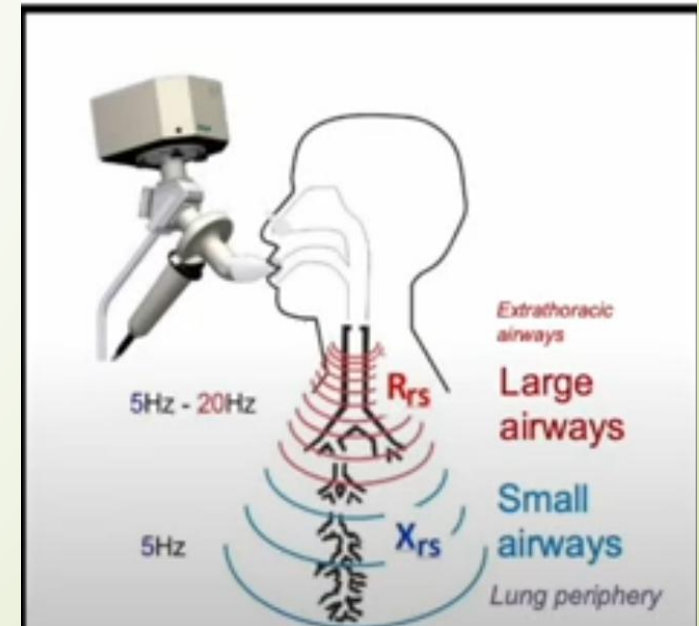
- Hava akımı sırasında transpulmoner basıncın bir birim değişikliği tarafından oluşturulan hacim değişikliğidir
 - Küçük havayolu disfonksiyonunun sensitif ve spesifik testlerinden biri fakat oldukça karmaşık bir testtir ve daha çok araştırma amaçlı kullanılmaktadır
- 

impuls ossilometri

- Küçük hava yollarındaki direnci değerlendirmek için nispeten yeni bir teknik
- Hoparlör benzeri bir kaynaktan bronşiyal ağaç boyunca çift yönlü, harmonik ve sinüzoidal ses dalgaları gönderir.
- Hem havayolu rezistansı (R), hem de havayolu reaktansı (X) ölçülür (**=EMPEDANS**)
- Kullanımı kolay, noninvaziv ve efordan bağımsız bir tekniktir
- Tekrarlanabilir
- Tedaviye yanıtı değerlendirmede kullanılabilir



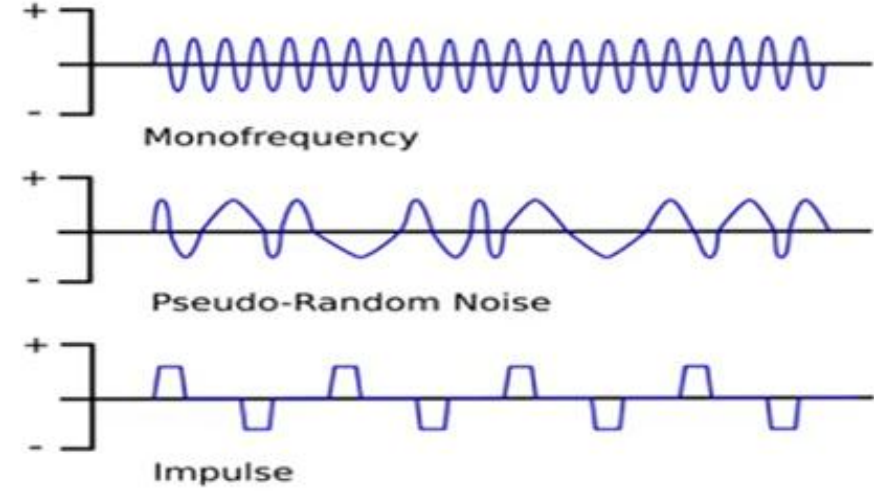
Impedence (Z)= resistance (R) + reactance (X)



1956 – FOT
(zorlu osilasyon tekniği)

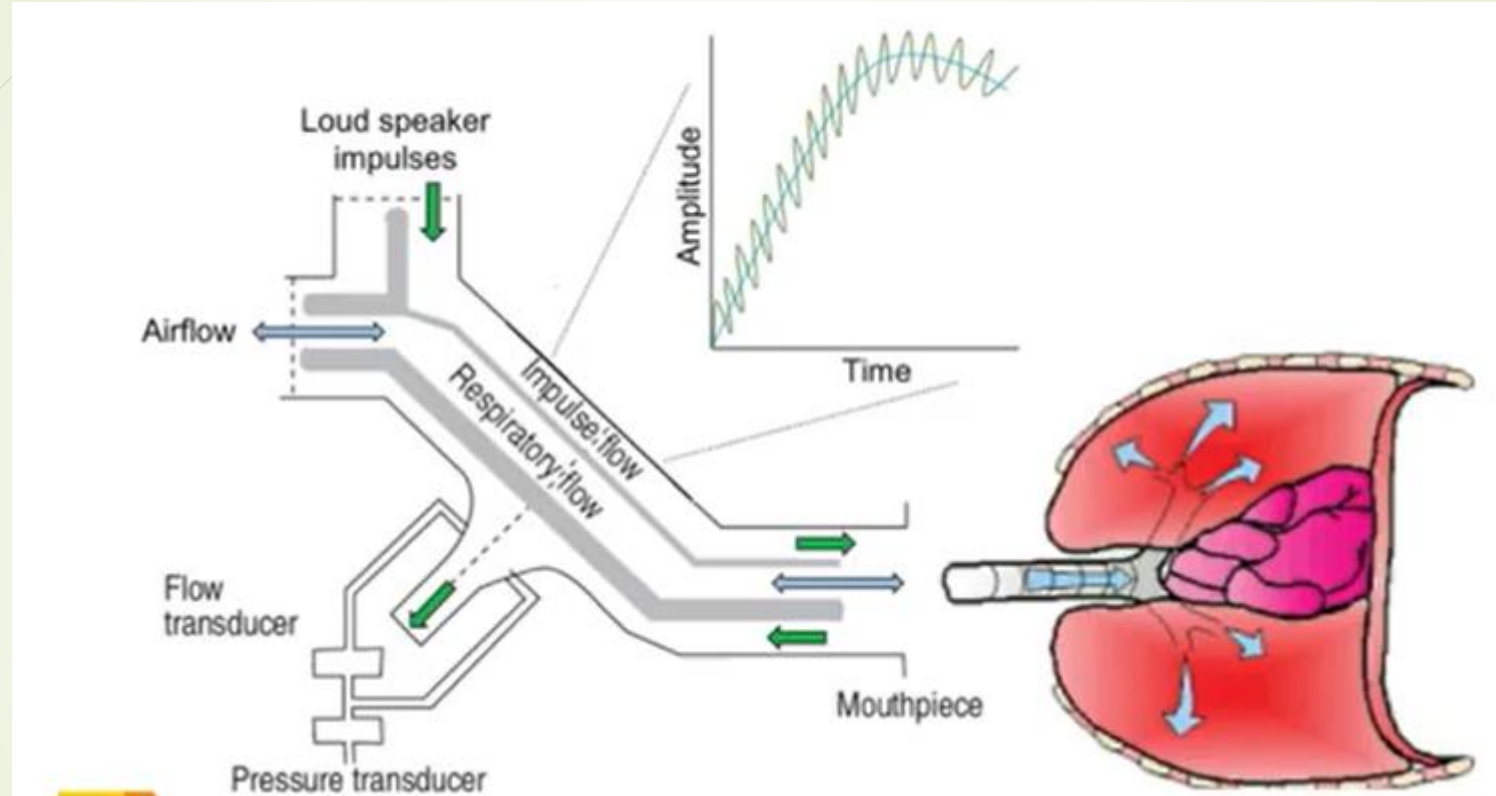
1998 Jaeger
ticaretletirdi

1976 – IOS geliştirildi



- 5 Hz lik sabit frekansla kare dalgalar oluşturulur.
- 120-150 ses dalgası gönderilir.
- Dalgalar 5-35 Hz frekans aralığındadır.

Basınç ve hava akışı transdüseri ile hy. dolaşan basınç impulslarının enerjisi ölçülür.



KİMLERE YAPILABİLİR?

- Çocuklar (3-6 yaş sft yapılamayan)
- Zihinsel ve fiziksel yetersizlik
- Yaşlılar, obezite, sendromik hastalar
- Solunum çabasına uyum sorunu olanlar
- Göğüs duvarı ekspansiyonu yapamayanlar
- Pnömotosel, cerrahi operasyon, yara varlığı
- Aort anevrizması, diseksiyon
- Bağ doku, nöromotor ve kas hastalıkları

Spirometre	İmpulse oscillometre
• Sensitivite %15 • Spesifisite %90 • Astımı dışlama testi	• Sensitivite %55-77 • Spesifisite %76-83 • R5 değerinin PPV %91

Endikasyonları

- SFT normal olan hastalar
- Özel hasta grupları (ac nakli sonrası)
- Kas-iskelet (toraks) anomalileri
- Bronşiolitis obliterans
- Kistik fibrozis
- KOAH/astım
- İAH
- OSAS

Klinik yararı?

- Erken tanı ve takip kolaylığı
- Bronkodilör ve bronş provokasyon testine olanak
- Küçük hy hastalığını tanımak
- Periferik/santral patolojileri ayırt etmek
- Astım alevlerini öngörebilmek /uzun dönem kontrolünü sağlamak
- Tedavi yanıtı ve ilaç yararını değerlendirmek

Dezavantajları

- Farklı cihazlar ve yorumlar
- BHR için referans değeri yok
- Farklı yaşlar için farklı kestirim değerleri ile benzer sonuçlar belirlenmiş
- Hastalıklar arasında ayırt edicilik şansı düşük
- Irk, yaş, cinsiyet için belirlenmiş normotif değerler yok

İOS ölçümü öncesi



- Exersiz, sigara, çay, kahve önerilmez
- SABA 4 saat,
- İPRATROPİUM 12 saat,
- LABA 24 saat,
- TİOTROPİUM 36-48 saat önce kesilmeli



Dik oturur, burun klipsli, yanaklara hafif baskı, Tidal V.'de nefes alıp verir
Dil ağızlık ile kapatılmaz, yutkunma ve öksürük olmamalı, ağızdan kaçak olmamalı

- Ölçüm sırasında ses dalgalarının sebep olduğu basınç ve hacim değişiklikleri kullanılarak solunum empedansı (Z) hesaplanır.
- İletilen dalgaların frekansları 5 ila 20 Hz arasındadır
- Basıncı ve akışı ölçmek için ağızlıkta bir basınç dönüştürücü ve bir pnömokromatograf bulunur
- Erişkinler için 30 saniye, çocuklar için 16 saniyelik kayıtlar önerilir.
- En az 3 ya da 5 teknik olarak kabul edilebilir ölçüm yapılmalıdır.
- Her 30 saniyelik ölçüm arasında hasta ağızlıktan ayrılmalıdır

ios ölçüm parametreleri

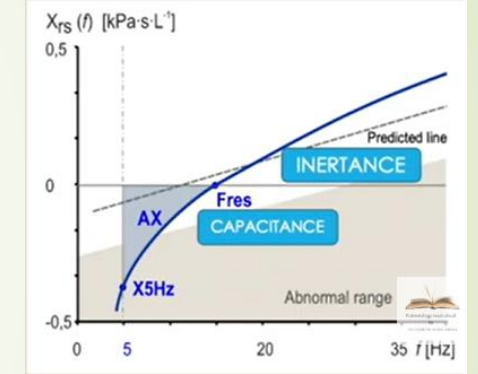
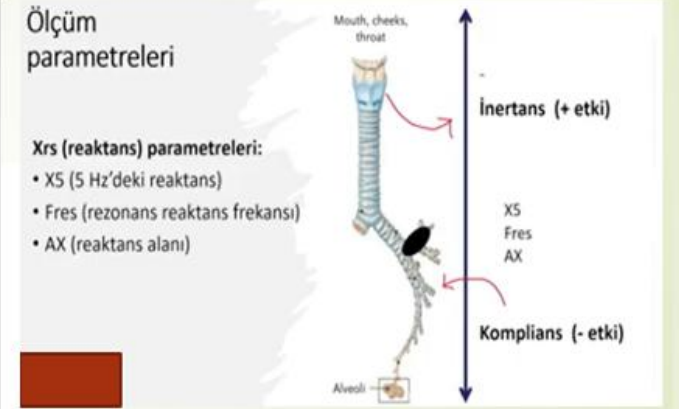
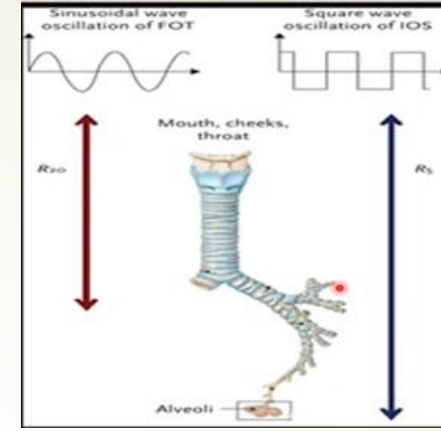
➤ Z_{rs} (Empedans) = R_{rs} (rezistans) + X_{rs} (reaktans)

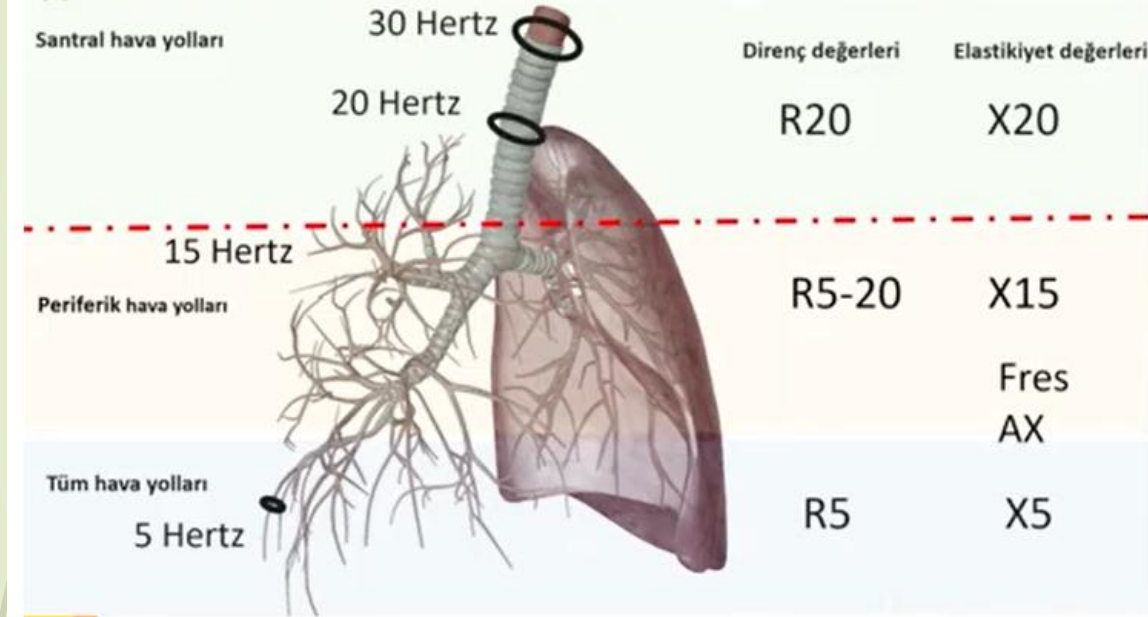
➤ X_{rs} (reaktans) = kapasitans (C) + inertans (I)

R5 total, R20 santral, R5-R20 küçük hava yollarını yansıtır

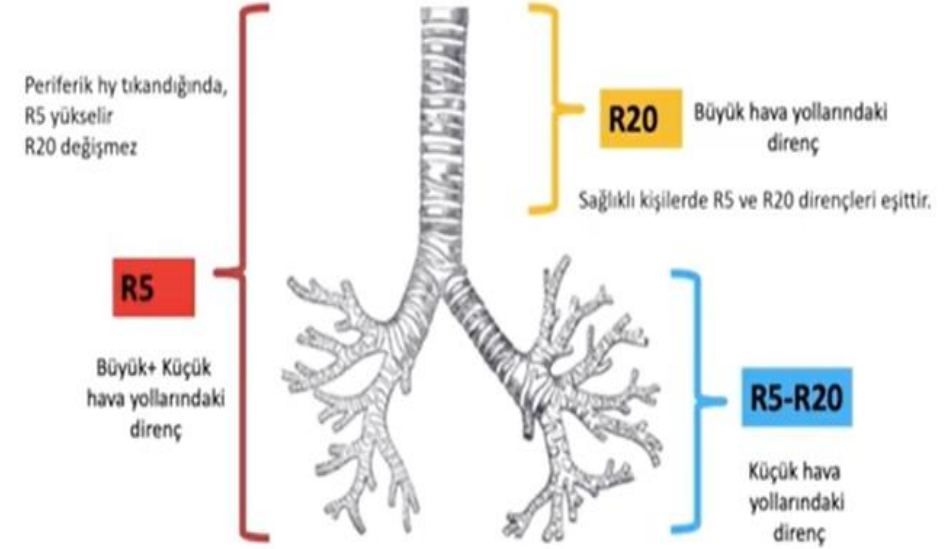
R5-R20'nin 0.07 kPa/(L/s) den büyük olması, X5'in -0.12 kPa/(L/s)'den düşük olması, küçük havayolları için yüksek sensitivite ve spesifite değerleri olarak belirtilmiş

J Allergy Clin Immunol Pract. 2020 Jan;8(1):229-235.e3. doi: 10.1016/j.jaip.2019.06.035

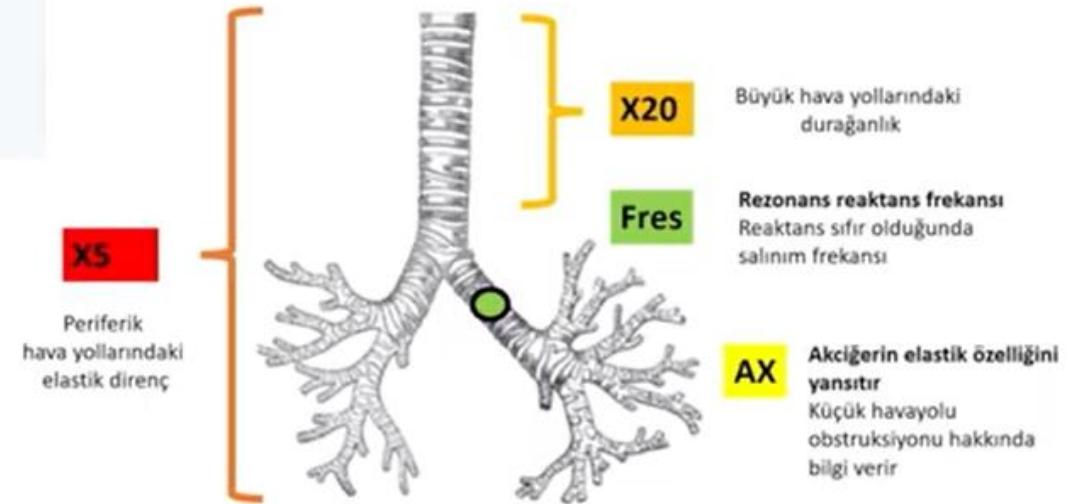




İmpulse Osilometri'de Direnç:



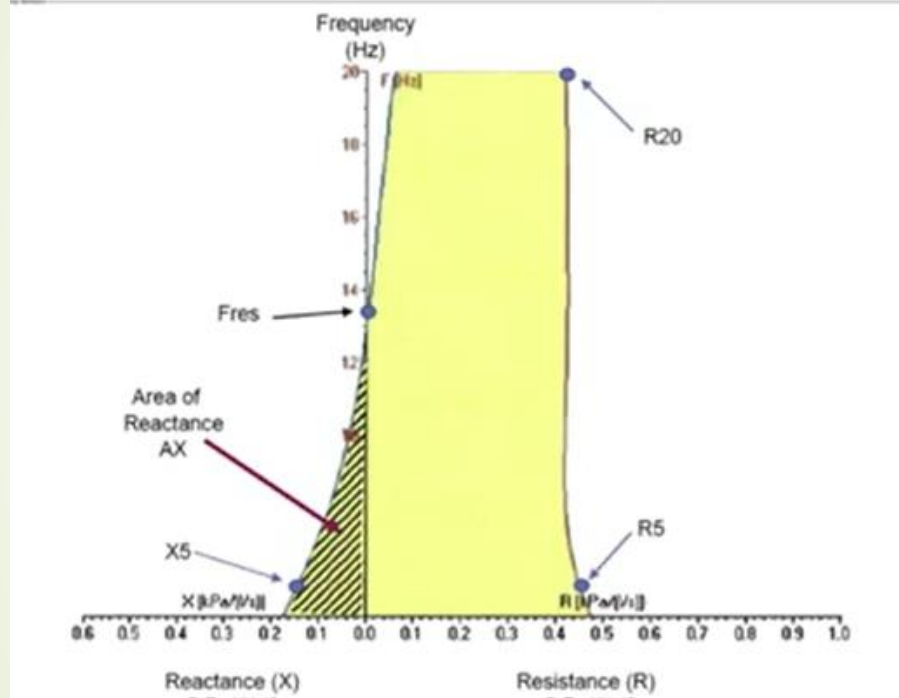
İmpulse Osilometri'de Reaktans (Elastikiyet):



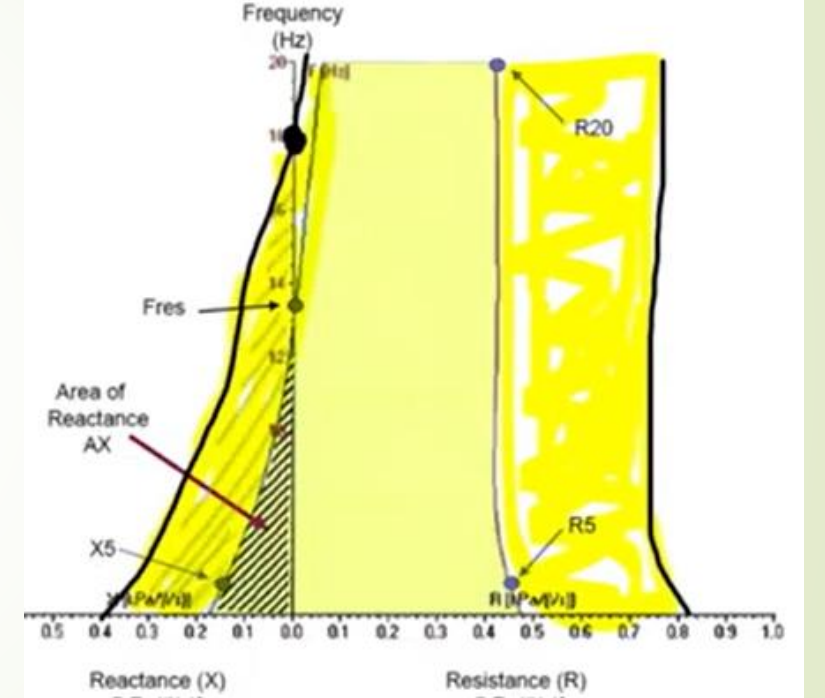
TOTAL akciğer REAKTANSI santralde POZİTİF, periferde NEGATİF tir.

Goldman grafiği (baca görünüğü)

(üst taraf büyük hava yolu, alt taraf küçük hava yolları)

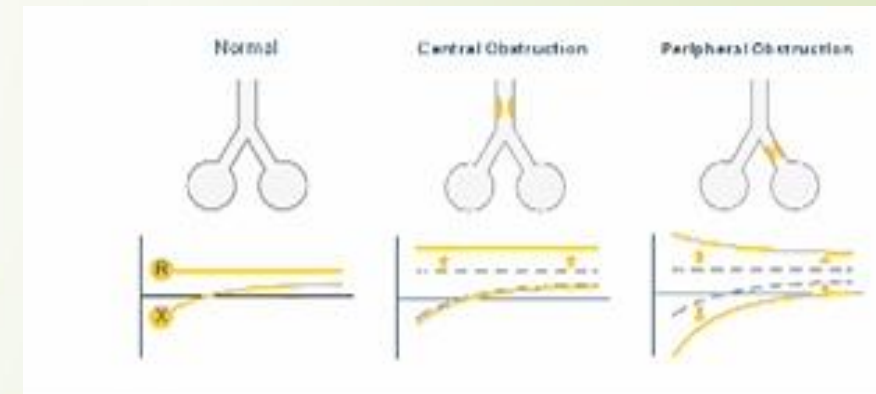
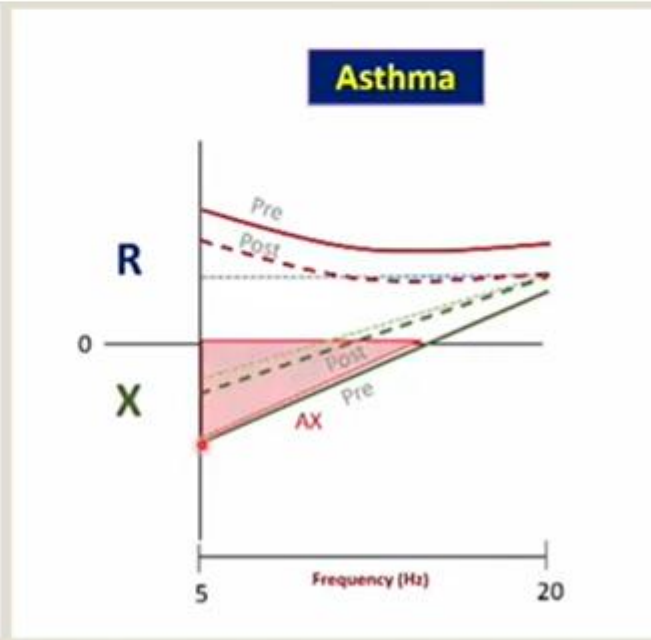
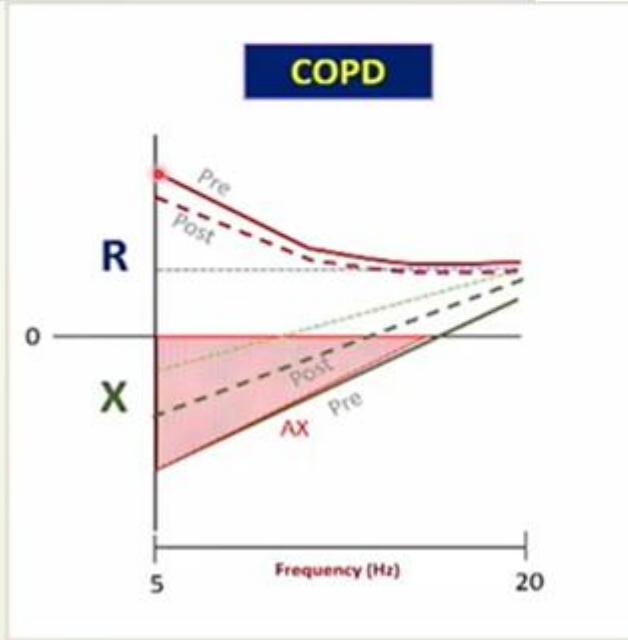
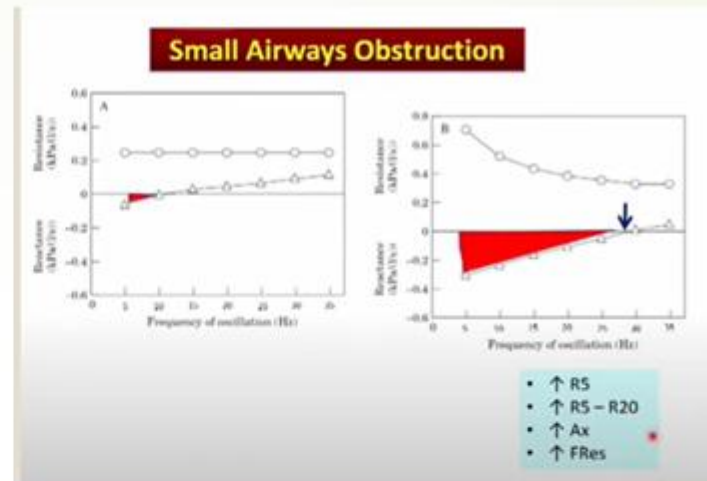
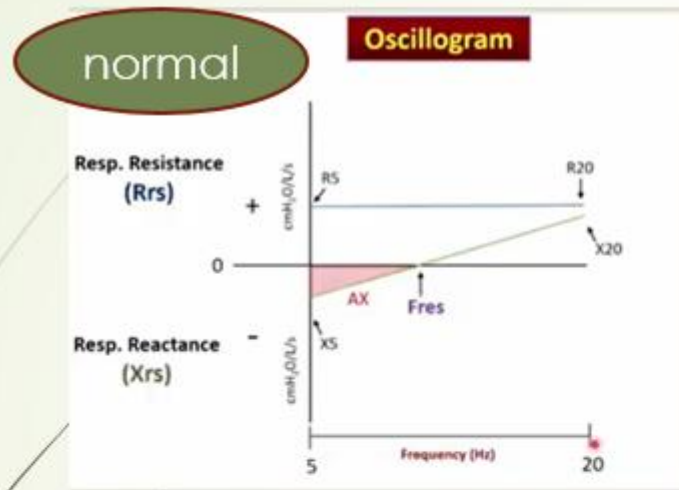


Normal



Patolojik durumda R20 ve R5 artıyor,
X5 ve X20 azalıyor fakat X5 deki
azalma daha da belirgin (negatif)

NORMAL ve patolojik OSİLOGRAM örnekleri



Normal lung function

Respiratory resistance	$R5Hz < 140\%$ predicted
Lung reactance	$(\text{Predicted} - X5Hz) < 0.15 \text{ kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{L}^{-1}$

Peripheral obstruction

Respiratory resistance	$R5Hz \geq 140\%$ predicted
Lung reactance	$(\text{Predicted} - X5Hz) \geq 0.15 \text{ kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{L}^{-1}$
Small airways index	$\text{Diff } R5-R20 \geq 0.07 \text{ kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{L}^{-1}$

Restriction

Respiratory resistance	$R5Hz < 140\%$ predicted
Lung reactance	$(\text{Predicted} - X5Hz) \geq 0.15 \text{ kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{L}^{-1}$

CUTT OFF???

ERS

$R5 > 120 - 125 \%$

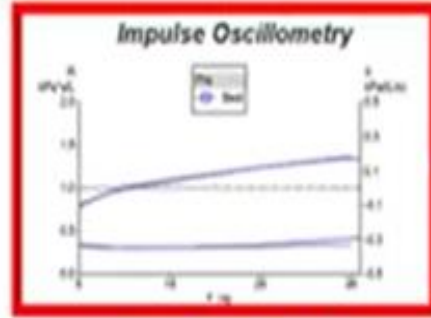
Obstruction

- No need for Predicted Values
- Fixed cut-off values to differentiate between healthy and diseased state

• R5	4 cmH ₂ O/L/s
• R20	3 cmH ₂ O/L/s
• R5-R20	1 cmH ₂ O/L/s
• X5	-1 cmH ₂ O/L/s
• AX	4 cmH ₂ O/L
• Fres	12 Hz
• X5 Inspi	-1
• X5 Expi	-0.9
• X5el	+0.1
• X5eE	+0.2

Only adults





Frekans Spektrumu Grafiği

Beklenen
değerler

		PreB	Devi	SDBP	Z-Score	Z-Score
R0Hz	WPaSLA	0.34	0.32	98		-0.09
R20Hz	WPaSLA	0.31	0.32	100		0.08
X0Hz	WPaSLA	-0.10	-0.11	113		-0.18
X20Hz	WPaSLA	0.08	0.08	95		-0.06
R10Hz	WPaSLA	0.30	0.31	101		0.00
X10Hz	WPaSLA	0.01	-0.01	-101		-0.32
R15Hz	WPaSLA	0.31	0.31	100		0.01
X15Hz	WPaSLA	0.05	0.04	75		-0.21
R25Hz	WPaSLA	0.31	0.34	100		0.20
X25Hz	WPaSLA	0.12	0.12	100		-0.00
R30Hz	WPaSLA	0.35	0.41	119		0.64
X30Hz	WPaSLA	0.19	0.17	81		-0.33
Freq.	SI	11.40	10.60	93		-0.16
RA	WPa		0.28			
			0.33			
Z0Hz	WPaSLA	0.30	0.30	98		-0.03
Rz	WPaSLA	0.24	0.21	85		-0.34
Ry	WPaSLA	0.29	0.22	79		-0.30
R10Hz	WPaSLA	0.30	0.31	101		0.00
X10Hz	WPaSLA	0.01	-0.01	-101		-0.22
Z20Hz	WPaSLA			90		-0.02
R0CV%	%					
X0CV%	%					
R0CV%	%					
CO0Hz		0.9				
CO20Hz		1.0				
Level date		20.12.21				
Level time		14.30				

Z-skor

Hastamızın
en iyi
ölçümü

Varyasyon katsayısı

Koherens

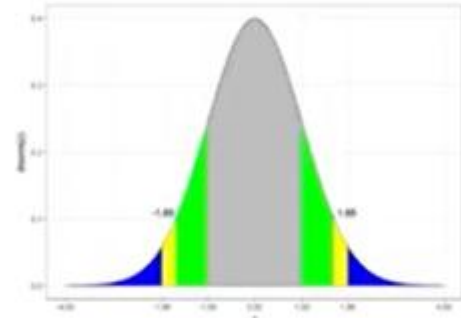
Sonuç kağıdı elimize geldiğinde
bakacağımız parametreler

1. Koherans

CO 5 Hz: en az 0.8,
CO 20 Hz: 0.9-1 olmalı

2. Coefficient varyasyon

Üç ölçüm arasındaki değişim (2'si benzer olmalı)
Çocukta $\leq \%15$
Erişkinde $\leq \%10$



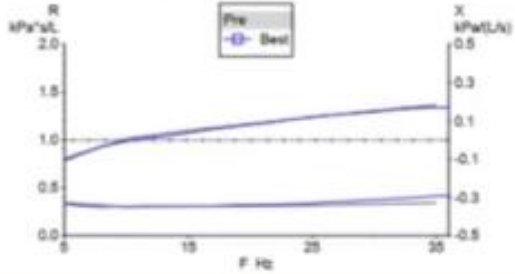
R ve X değerlerinin z skoru
-1.65 ve +1.65 SDS aralığında mı?

Fres değeri: 6-12 Hertz
Çocuklarda 30 a kadar çıkabilir.

AX için standart değer bulunmuyor

ÖRNEK 1

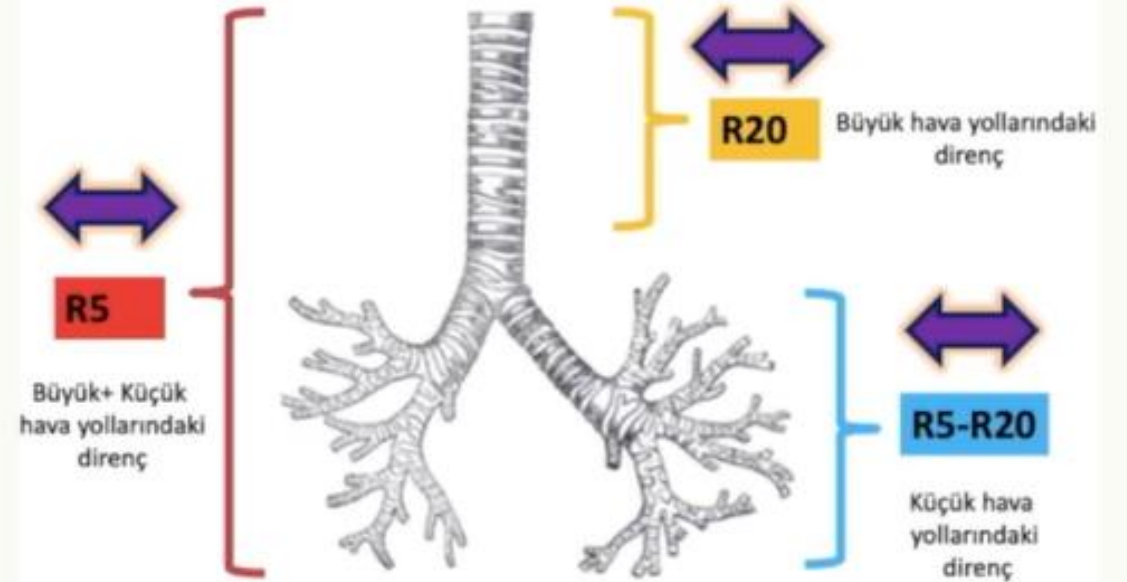
Impulse Oscillometry



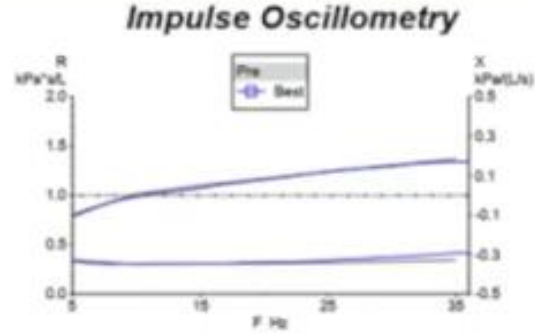
		Pred	Best	%(B/P)	Z-Score	Z-Score
R5Hz	kPa/(L/s)	0.34	0.33	98	-0.05	-0.05
R20Hz	kPa/(L/s)	0.31	0.32	103	0.08	0.08
AX	kPa/L	0.19	0.19	100	-0.12	-0.12
X20Hz	kPa/(L/s)	0.08	0.08	96	-0.06	-0.06
R10Hz	kPa/(L/s)	0.30	0.31	101	0.03	0.03
X10Hz	kPa/(L/s)	0.01	-0.01	-101	-0.22	-0.22
R15Hz	kPa/(L/s)	0.31	0.31	100	0.01	0.01
X15Hz	kPa/(L/s)	0.05	0.04	75	-0.21	-0.21
R25Hz	kPa/(L/s)	0.31	0.34	109	0.28	0.28
X25Hz	kPa/(L/s)	0.12	0.12	100	-0.00	-0.00
R35Hz	kPa/(L/s)	0.35	0.41	119	0.64	0.64
X35Hz	kPa/(L/s)	0.19	0.17	91	-0.33	-0.33
Fres.	1/s	11.40	10.63	93	-0.16	-0.16
AX	kPa/L		0.26			
MR5-20	kPa/L		0.33			
Z5Hz	kPa/(L/s)	0.36	0.35	99	-0.03	-0.03
Rc	kPa/(L/s)	0.24	0.21	85	-0.34	-0.34
Rp	kPa/(L/s)	0.28	0.22	79	-0.36	-0.36
R10Hz	kPa/(L/s)	0.30	0.31	101	0.03	0.03
X10Hz	kPa/(L/s)	0.01	-0.01	-101	-0.22	-0.22
Z5Hz	kPa/(L/s)	0.36	0.35	99	-0.03	-0.03
R5CV%	%					
X5CV%	%					
R20CV%	%					
CO5Hz			0.9			
CO20Hz			1.0			
Level date			20.12.21			

Klinik Yorum:

Impulse Osilometri'de Direnç:



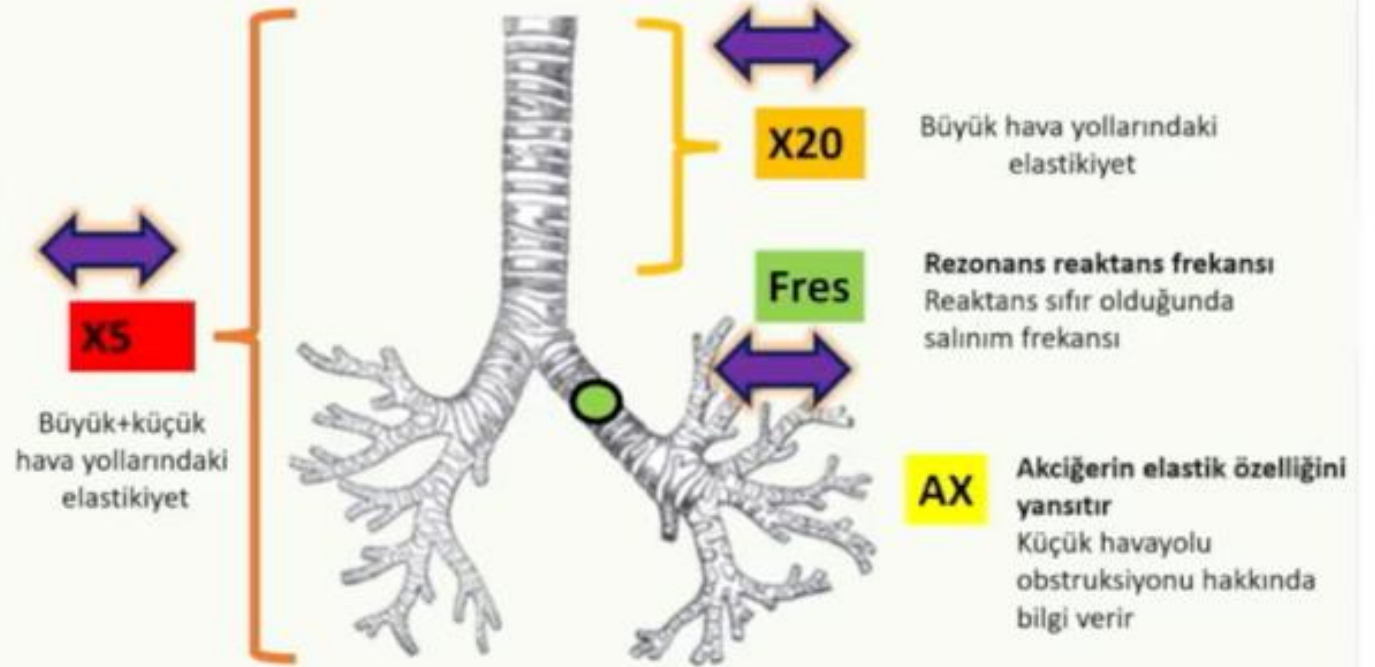
ÖRNEK 1 DEVAM



		Pred	Best	% (BIP)	Z-Score	Z-Score
R5Hz	kPa(L/s)	0.34	0.33	98		-0.05
X5Hz	kPa(L/s)	-0.10	-0.11	115		-0.19
X20Hz	kPa(L/s)	0.08	0.08	96		-0.06
R10Hz	kPa(L/s)	0.30	0.31	101		0.03
X10Hz	kPa(L/s)	0.01	-0.01	-101		-0.22
R15Hz	kPa(L/s)	0.31	0.31	100		0.01
X15Hz	kPa(L/s)	0.05	0.04	75		-0.21
R25Hz	kPa(L/s)	0.31	0.34	109		0.26
X25Hz	kPa(L/s)	0.12	0.12	100		-0.00
R35Hz	kPa(L/s)	0.35	0.41	119		0.64
X35Hz	kPa(L/s)	0.19	0.17	91		-0.33
Fres.	1/k	11.40	10.63	93		-0.16
AX	kPa/L		0.26			
Z5Hz	kPa(L/s)	0.36	0.35	99		-0.03
Rc	kPa(L/s)	0.24	0.21	85		-0.34
Rp	kPa(L/s)	0.28	0.22	79		-0.36
R10Hz	kPa(L/s)	0.30	0.31	101		0.03
X10Hz	kPa(L/s)	0.01	-0.01	-101		-0.22
Z5Hz	kPa(L/s)	0.36	0.35	99		-0.03
R5CV%	%					
X5CV%	%					
R20CV%	%					
CO5Hz			0.9			
CO20Hz			1.0			
Level date			20.12.21			

Klinik Yorum:

İmpulse Osilometri'de Reaktans (Elastikiyet):



•Z-skorları normal sınırlarda.

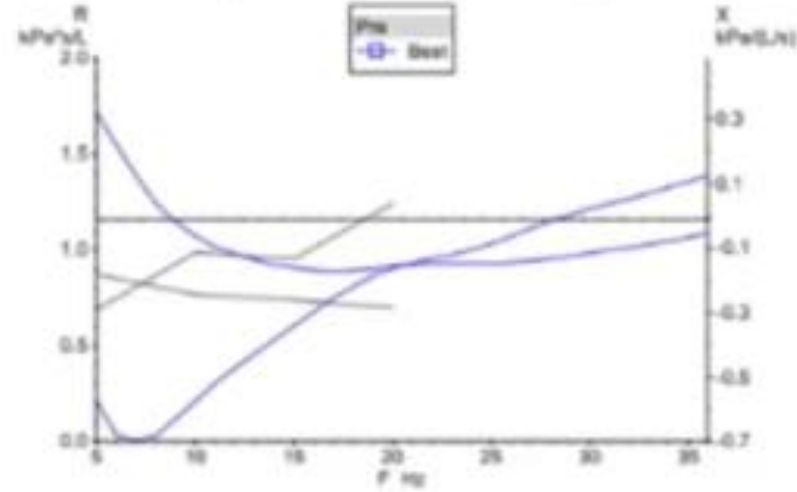
•Alt ve üst solunum yollarında patolojik direnç artışı veya reaktans bozukluğu izlenmemiştir.

➢ Test bulguları sağlıklı bir solunum fonksiyonu ile uyumludur.

Örnek 2

baca görüntüsü yok
koherans değerleri
düşük
test uygun değil
gerekli ise tekrarla

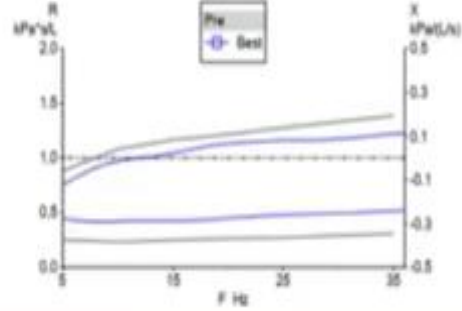
Impulse Oscillometry



Resistance & Reactance Spectra

		Pred	Best	%(B/P)	-1	-2	Z-Score	2	3
R5Hz	kPa/(L/s)	0.87	1.71	196					
R20Hz	kPa/(L/s)	0.70	0.91	131					
X5Hz	kPa/(L/s)	-0.28	-0.57	203					
X20Hz	kPa/(L/s)	0.05	-0.15	-303					
Fres.	1/s	16.64	26.65	158					
AX	kPa/L		7.39						
D5-20	kPa/(L/s)		0.80						
D5-20%	%		80.73						
Rc	kPa/(L/s)		0.28						
Rp	kPa/(L/s)		1.30						
R10Hz	kPa/(L/s)	0.77	1.07	140					
X10Hz	kPa/(L/s)	-0.10	-0.50	501					
VT	L	0.27	0.40	148					
CO5Hz			0.2						
CO20Hz			0.6						
Level date			17.12.19						
Level time			13:54						

Impulse Oscillometry



Klinik Yorum:

ÖRNEK 3 (1)

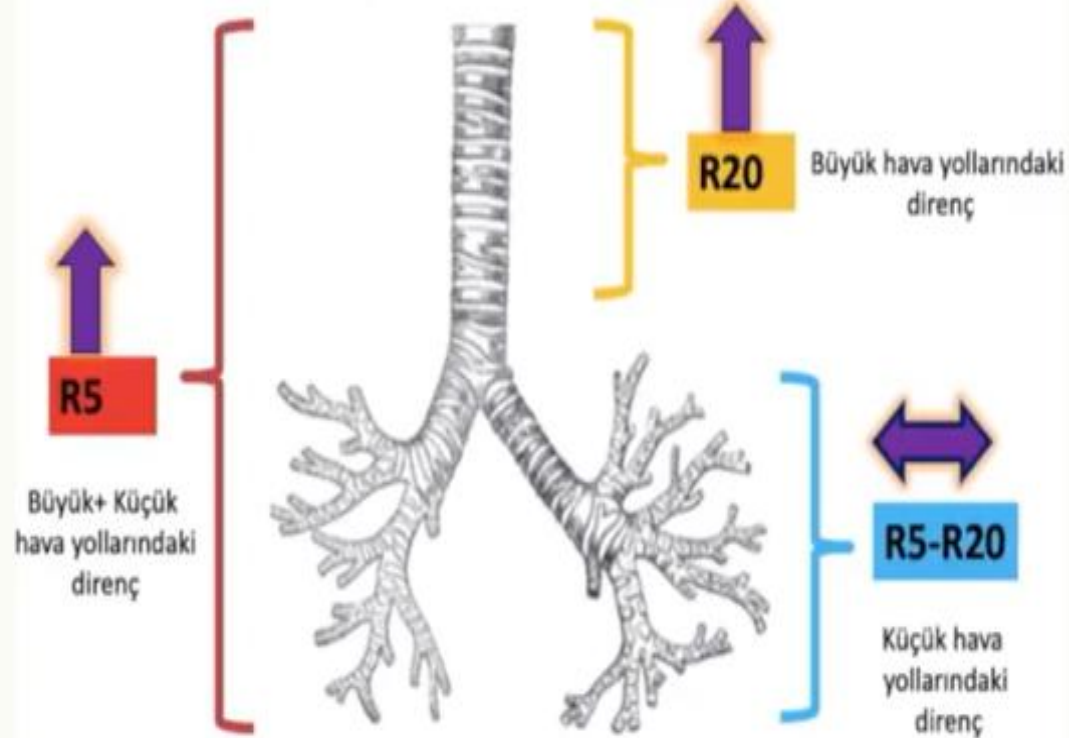
$$r5 = 0,45$$

$$r20 = 0,45$$

$r5-r20$ normal

		Pred	Best	%(B/P)	Z-Score	Z-Score
R5Hz	kPa(L/s)	0.25	0.45	178	1.22	1.22
R20Hz	kPa(L/s)	0.27	0.45	168	1.58	1.58
X5Hz	kPa(L/s)	0.09	0.09	60	-0.76	-0.76
X20Hz	kPa(L/s)	0.11	0.07	60	-0.76	-0.76
R10Hz	kPa(L/s)	0.23	0.42	183	1.47	1.47
X10Hz	kPa(L/s)	0.04	-0.02	-39	-0.95	-0.95
R15Hz	kPa(L/s)	0.25	0.42	169	1.44	1.44
X15Hz	kPa(L/s)	0.08	0.02	28	-0.97	-0.97
R25Hz	kPa(L/s)	0.27	0.48	176	1.88	1.88
X25Hz	kPa(L/s)	0.14	0.08	57	-1.16	-1.16
R35Hz	kPa(L/s)	0.31	0.52	165	2.00	2.00
X35Hz	kPa(L/s)	0.19	0.11	57	-1.86	-1.86
Fres.	1/s	9.23	12.39	134	0.67	0.67
AX	kPa/L		0.33			
MR5-20	kPa(L/s)		0.45			
Z5Hz	kPa(L/s)	0.26	0.47	180	1.25	1.25
Rc	kPa(L/s)	0.22	0.29	130	0.62	0.62
Rp	kPa(L/s)	0.23	0.30	133	0.45	0.45
R10Hz	kPa(L/s)	0.23	0.42	183	1.47	1.47
X10Hz	kPa(L/s)	0.04	-0.02	-39	-0.95	-0.95
Z5Hz	kPa(L/s)	0.26	0.47	180	1.25	1.25
R5CV%	%					
X5CV%	%					
R20CV%	%					
CO5Hz			0.8			
CO20Hz			0.9			
Level date		09.11.21				
Level time		10:59				

İmpulse Osilometri'de Direnç:

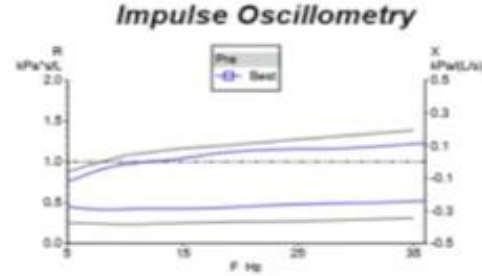


üst hava yolunda
direnç artışına
bağlı tüm hava
yolu direncinde
artış

ÖRNEK 3 (2)

f res
normal
x5 ve x20
azalma var

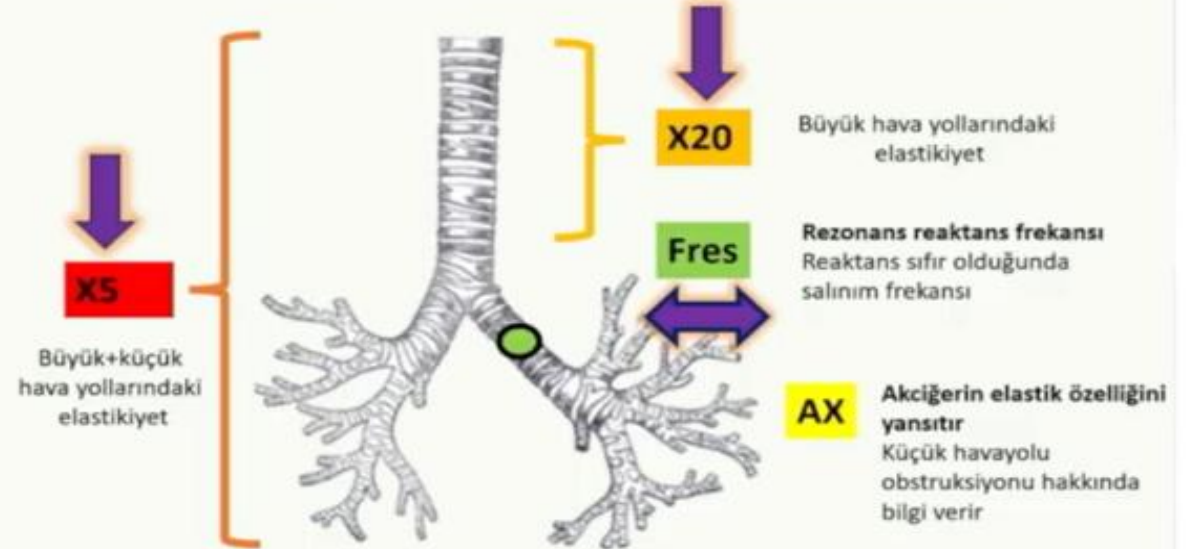
alerjik rinite
sekonder
üst hy
etkilenmesi
olgusu



		Pred	Best	% (B/P)	Z-Score	Z-Score
R5Hz	kPa(L/s)	0.25	0.45	178		1.22
X5Hz	kPa(L/s)	-0.06	-0.12	210		-0.83
X20Hz	kPa(L/s)	0.11	0.07	60		-0.78
R10Hz	kPa(L/s)	0.23	0.42	183		1.47
X10Hz	kPa(L/s)	0.04	-0.02	-39		-0.95
R15Hz	kPa(L/s)	0.25	0.42	169		1.44
X15Hz	kPa(L/s)	0.08	0.02	28		-0.97
R25Hz	kPa(L/s)	0.27	0.48	176		1.88
X25Hz	kPa(L/s)	0.14	0.08	57		-1.16
R35Hz	kPa(L/s)	0.31	0.52	165		2.00
Fres.	1/s	9.23	12.39	134		0.87
AX	kPa/L		0.33			
Z5Hz	kPa(L/s)	0.26	0.47	180		1.25
Rc	kPa(L/s)	0.22	0.29	130		0.62
Rp	kPa(L/s)	0.23	0.30	133		0.45
R10Hz	kPa(L/s)	0.23	0.42	183		1.47
X10Hz	kPa(L/s)	0.04	-0.02	-39		-0.95
Z5Hz	kPa(L/s)	0.26	0.47	180		1.25
R5CV%	%					
X5CV%	%					
R20CV%	%					
CO5Hz			0.8			
CO20Hz			0.9			
Level date			09.11.21			
Level time			10:59			

Klinik Yorum:

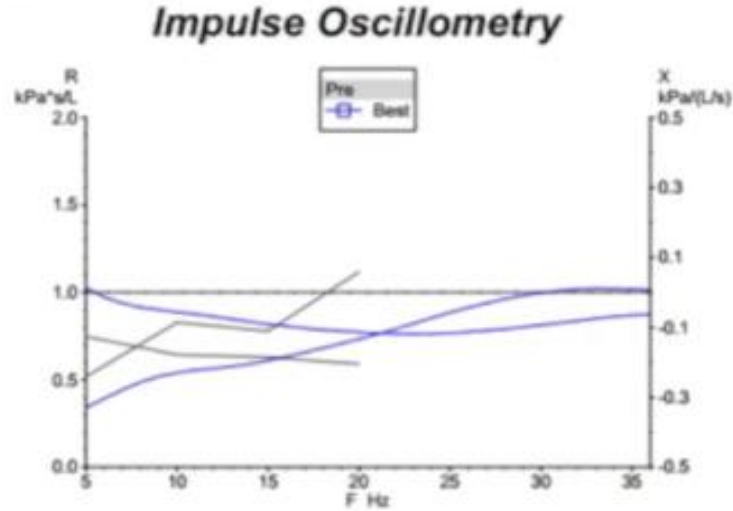
İmpulse Osilometri'de Reaktans (Elastikiyet):



ÖRNEK 4 (1)

- BAÇA GÖRÜNTÜSÜ YOK FAKAT KOHERANS DEĞERLERİ NORMAL (UYGUN BİR TEST)

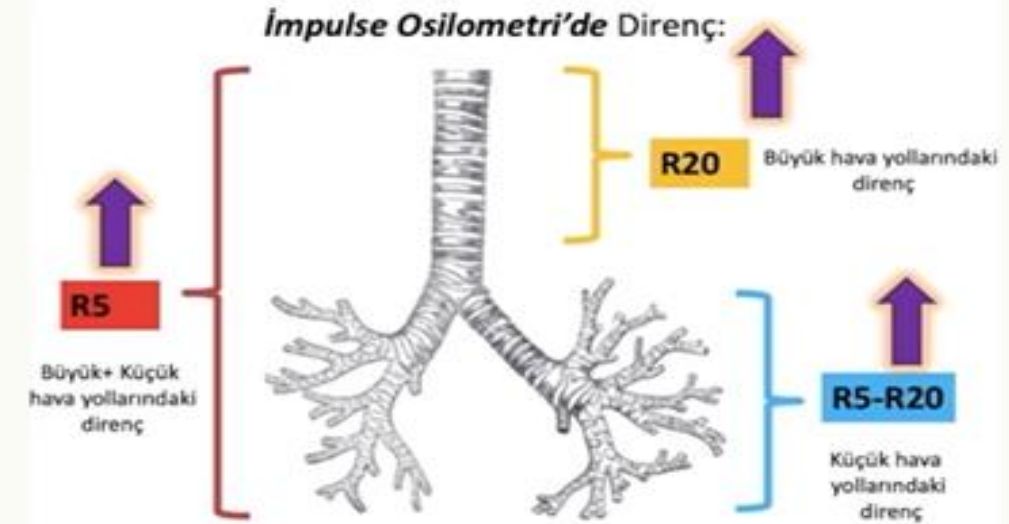
R5-R20: 0.07 den büyük küçük hava yolu direnci var. Aynı zamanda R20 de yüksek



Resistance & Reactance Spectra

		Pred	Best	%(B/P)	-3	-2	Z-Score	2	3
R5Hz	kPa/(L/s)	0.75	1.03	137					
R20Hz	kPa/(L/s)	0.59	0.77	131					
X5Hz	kPa/(L/s)	-0.24	-0.33	136					
X20Hz	kPa/(L/s)	0.06	-0.13	-225					
Fres.	1/s	16.21	39.69	245					
AX	kPa/L		3.85						
Di5-20	kPa/(L/s)		0.25						
D5-20%	%		33.10						
Rc	kPa/(L/s)		0.52						
Rp	kPa/(L/s)		0.70						
R10Hz	kPa/(L/s)	0.64	0.89	138					
X10Hz	kPa/(L/s)	-0.09	-0.23	207					
CO5Hz			0.8						
CO20Hz			0.9						
Level date			25.02.20						
Level time			15:24						

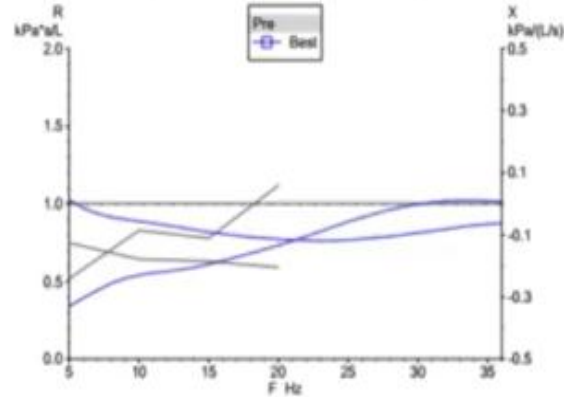
Klinik Yorum:



ÖRNEK 4 (2)

- Alt ve üst hava yolu etkilenmesi
- Küçük hava yollarında obstrüksiyonu
- Bu patern, viral bronşiolit sonrası hışıltı, çoklu tetikleyici hışıltı, veya erken dönem astım ile uyumlu olabilir.
- Takipte bronkodilatör sonrası test ile reversibilite gözlenmesi, tanısal değeri artırabilir.

Impulse Oscillometry

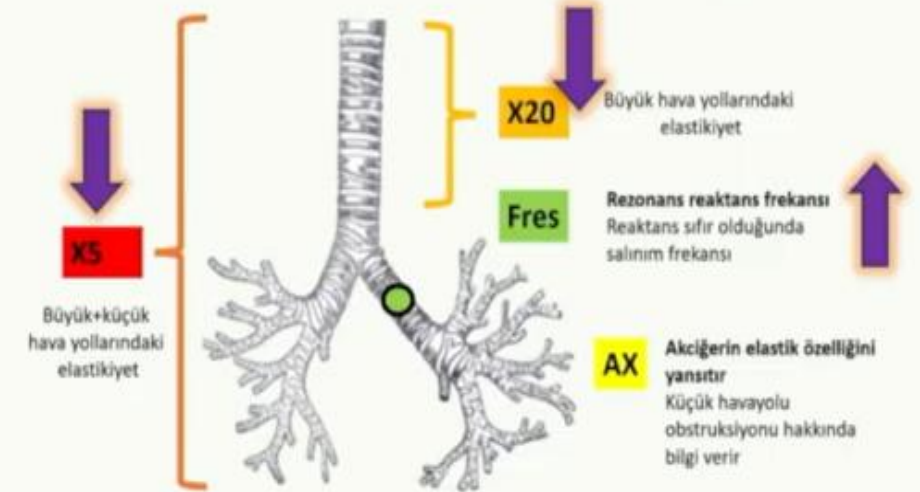


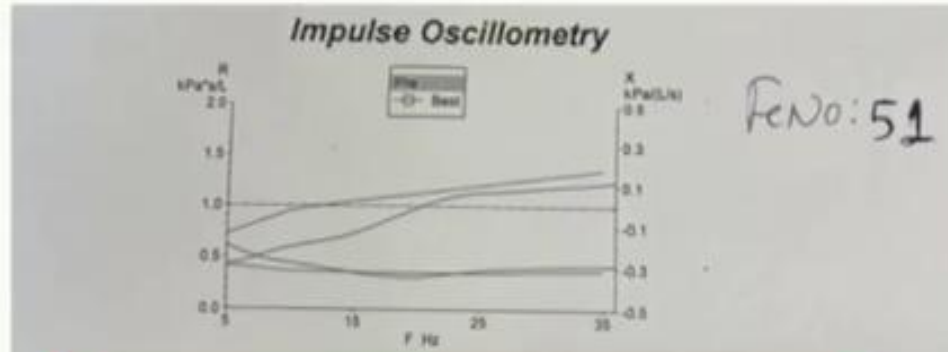
Resistance & Reactance Spectra

		Pred	Best	%(B/P)	-3	-2	Z-Score	2	3
R5Hz	kPa/(L/s)	0.75	1.03	137					
R20Hz	kPa/(L/s)	0.66	0.88	136					
X5Hz	kPa/(L/s)	-0.24	-0.33	136					
X20Hz	kPa/(L/s)	0.06	-0.13	-225					
Fres.	1/s	16.21	39.69	245					
AX	kPa/L		3.85						
D15-20	kPa/(L/s)		0.23						
D15-20%	%		33.10						
Rc	kPa/(L/s)		0.52						
Rp	kPa/(L/s)		0.70						
R10Hz	kPa/(L/s)	0.64	0.89	138					
X10Hz	kPa/(L/s)	-0.09	-0.23	267					
VT	L	0.32	0.42	129					
CO5Hz			0.8						
CO20Hz			0.9						
Level date			25.02.20						
Level time			15:24						

Klinik Yorum:

İmpulse Osilometri'de Reaktans (Elastikiyet):

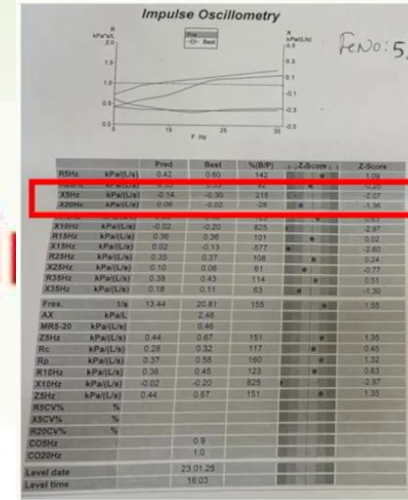




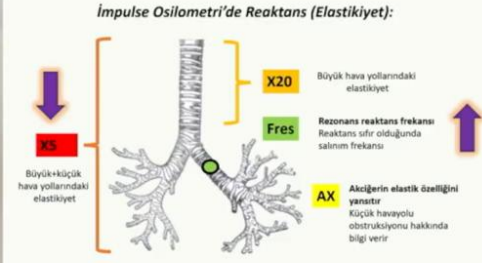
		Pred	Best	% (B/P)	Z-Score	Z-Score
R5Hz	kPa(L/s)	0.42	0.60	142		1.09
R20Hz	kPa(L/s)	0.35	0.33	92		-0.25
X5Hz	kPa(L/s)	0.00	-0.02	-28		-1.38
X20Hz	kPa(L/s)	0.00	-0.02	-28		-1.38
R10Hz	kPa(L/s)	0.36	0.45	123		0.63
X10Hz	kPa(L/s)	-0.02	-0.20	-825		-2.97
R15Hz	kPa(L/s)	0.36	0.36	101		0.02
X15Hz	kPa(L/s)	0.02	-0.13	-577		-2.60
R25Hz	kPa(L/s)	0.35	0.37	108		0.24
X25Hz	kPa(L/s)	0.10	0.06	61		-0.77
R35Hz	kPa(L/s)	0.38	0.43	114		0.51
X35Hz	kPa(L/s)	0.18	0.11	63		-1.30
Fres.	1/s	13.44	20.81	155		1.55
AX	kPa/L		2.46			

Örnek 5
R5 artmış (0,8 (pred 0,42)
, r 20 değişmemiş (0,33 pred 0,35)
X5 negatif yönde artmış, fres artmış
Hava hapsini yansıtıyor
(Astım)

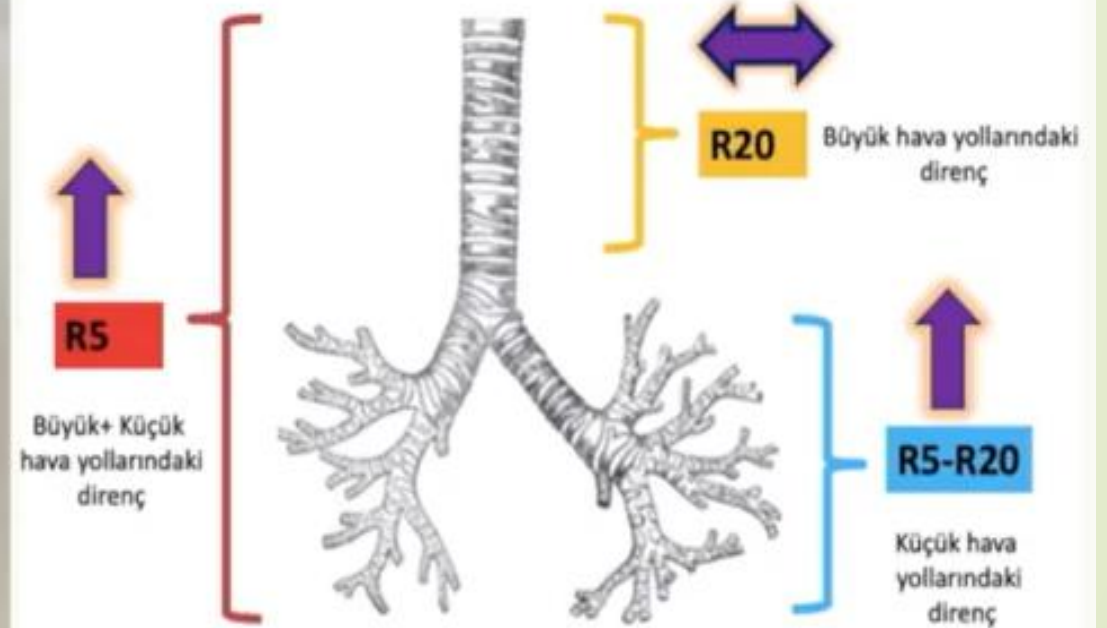
Klin



Klinik Yorum:



Impulse Osilometri'de Direnç:

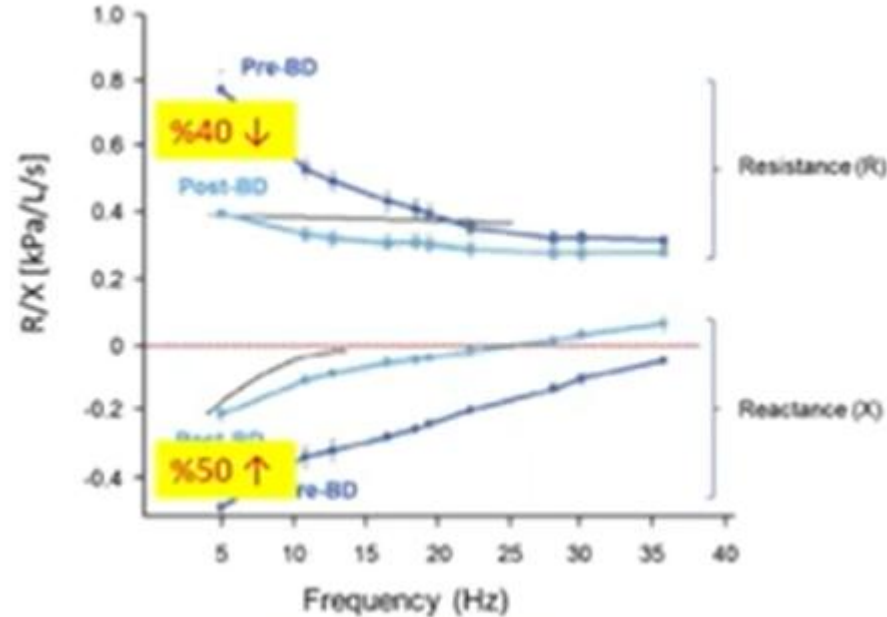


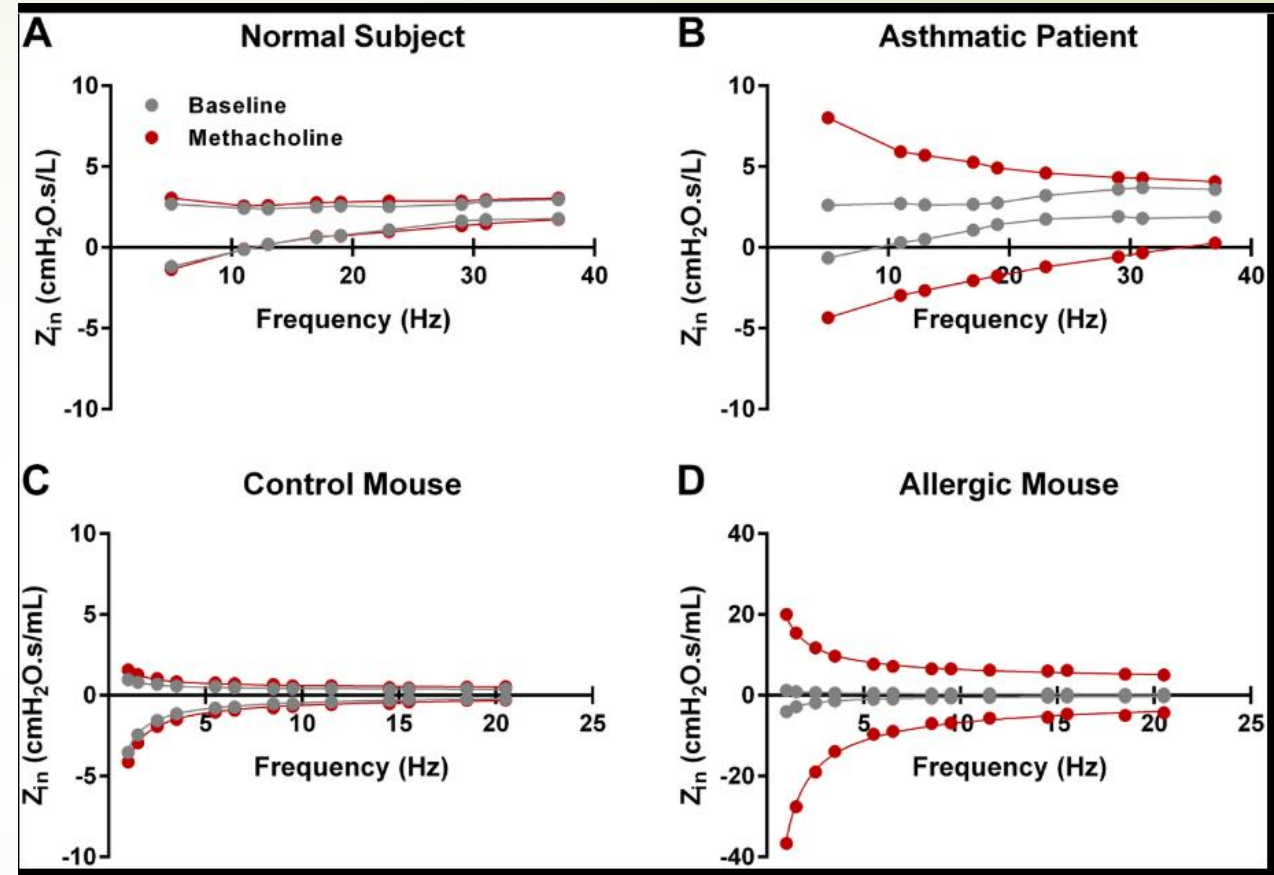
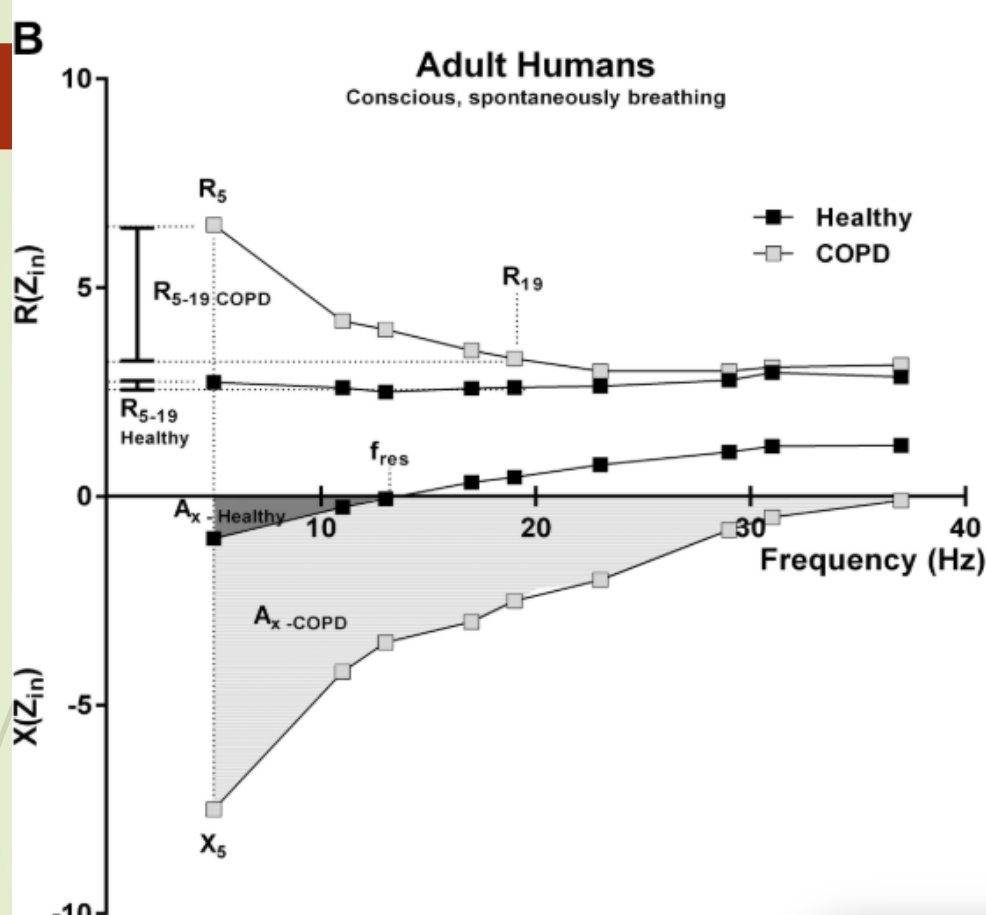
IOS teknik standartlarına göre, erişkinlerde ve çocuklarda R5'te en az %40 düşüş, X5'te %50 artma ve AX'te en az %80 azalma pozitif **bronkodilatör yanıt** olarak tanımlanmıştır

Bronş provokasyon testleri sonucunda R5 bazal değerinde %50 artış ve FEV1 'de %20 azalma ilişkili bulunmuştur

ERS 2020

R5'te %40 ↓
X5'te %50 ↑
AX'te %80 ↓

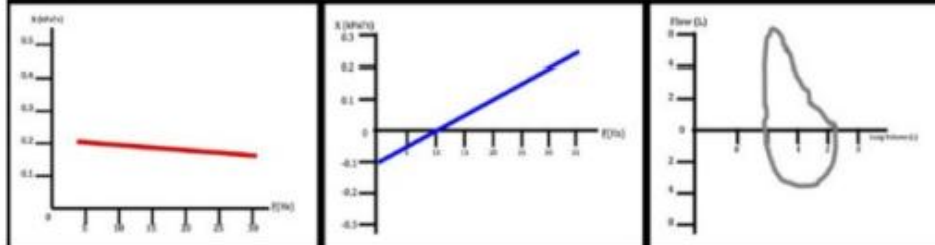




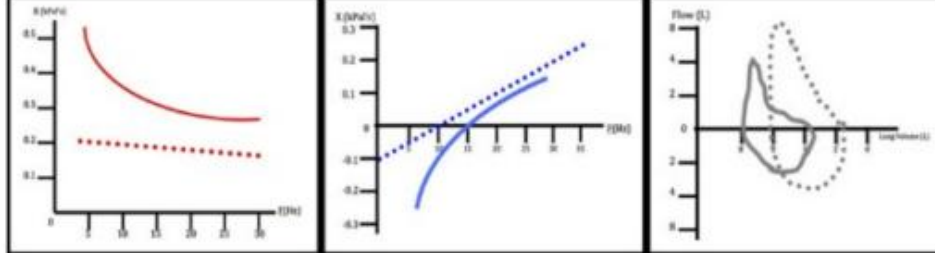
Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. 2021 Jun 1;320(6):L1038-L1056. doi: 10.1152/ajplung.00222.2020

IOS Rezistans (R) IOS Reakstans (X) Spirometri

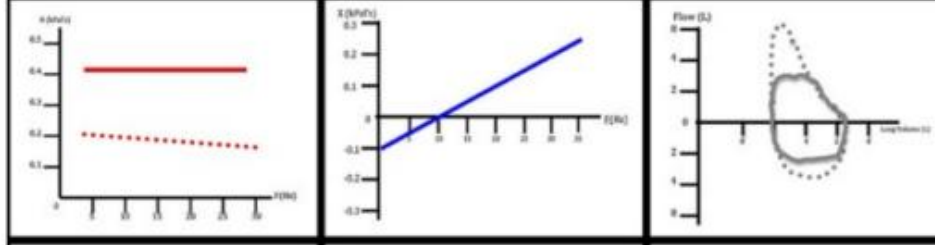
Normal



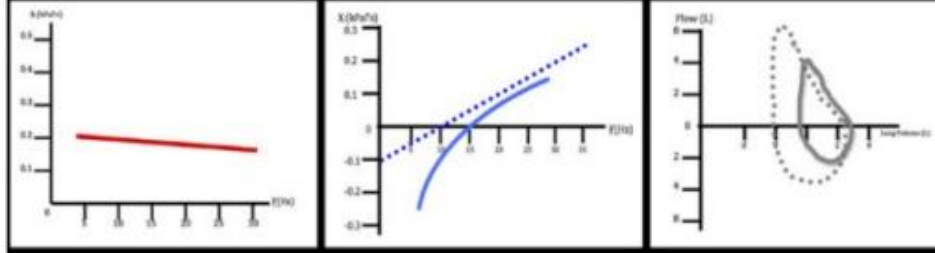
Distal obstruksiyon



Proksimal obstruksiyon



Restriktif akciğer hastalığı



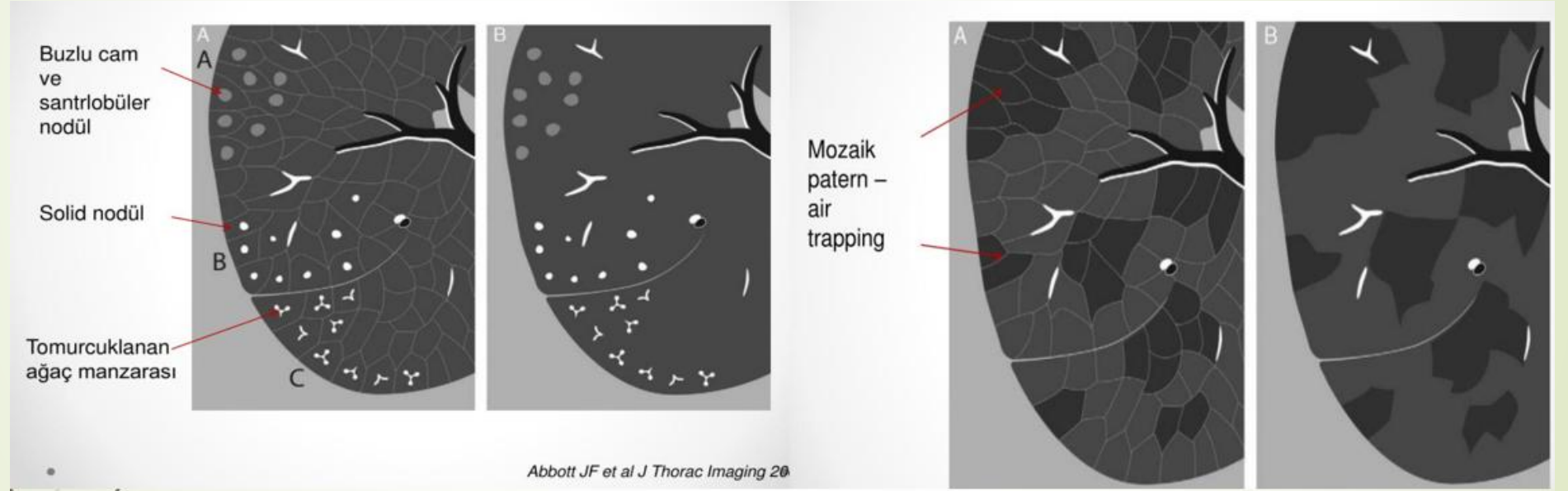
Santral bronş obstruksiyonu

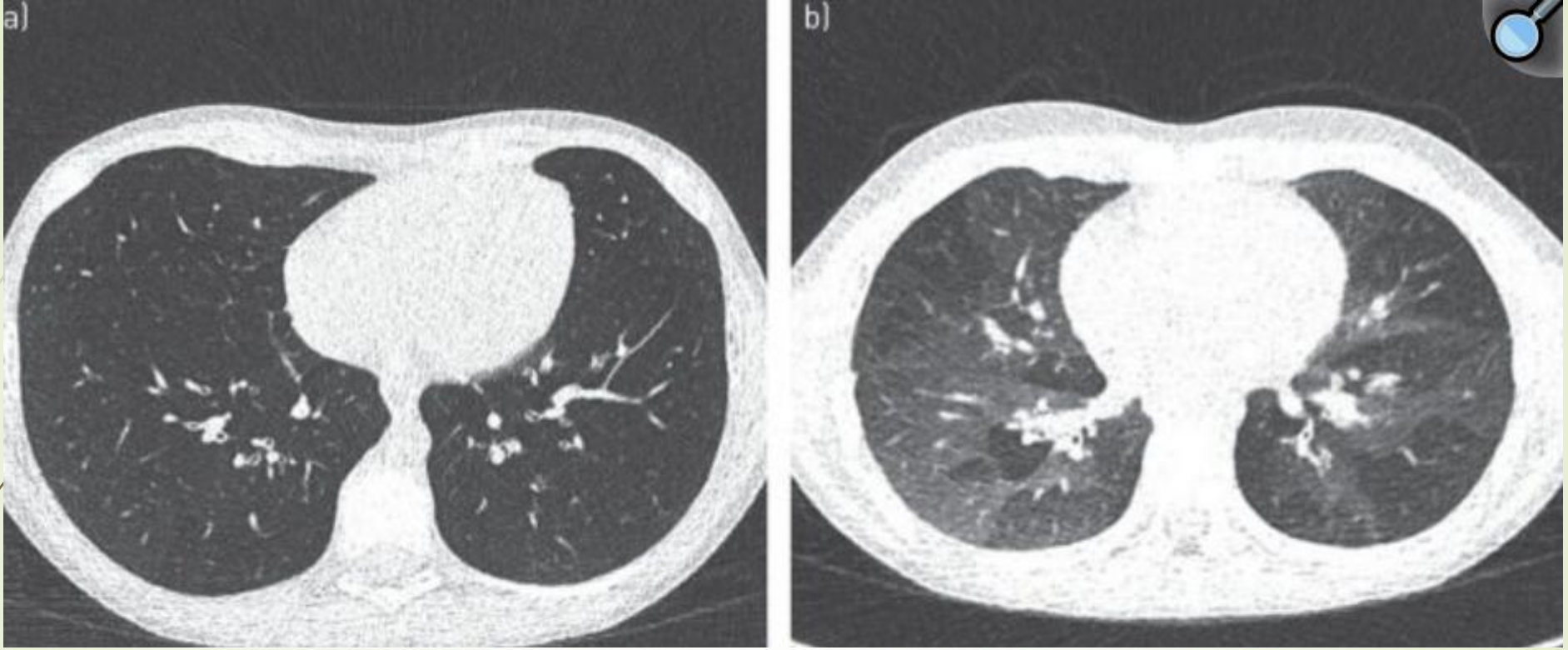
- R5 daha pozitif artar
- R20 daha pozitif artar

Periferik bronş obstruksiyonu

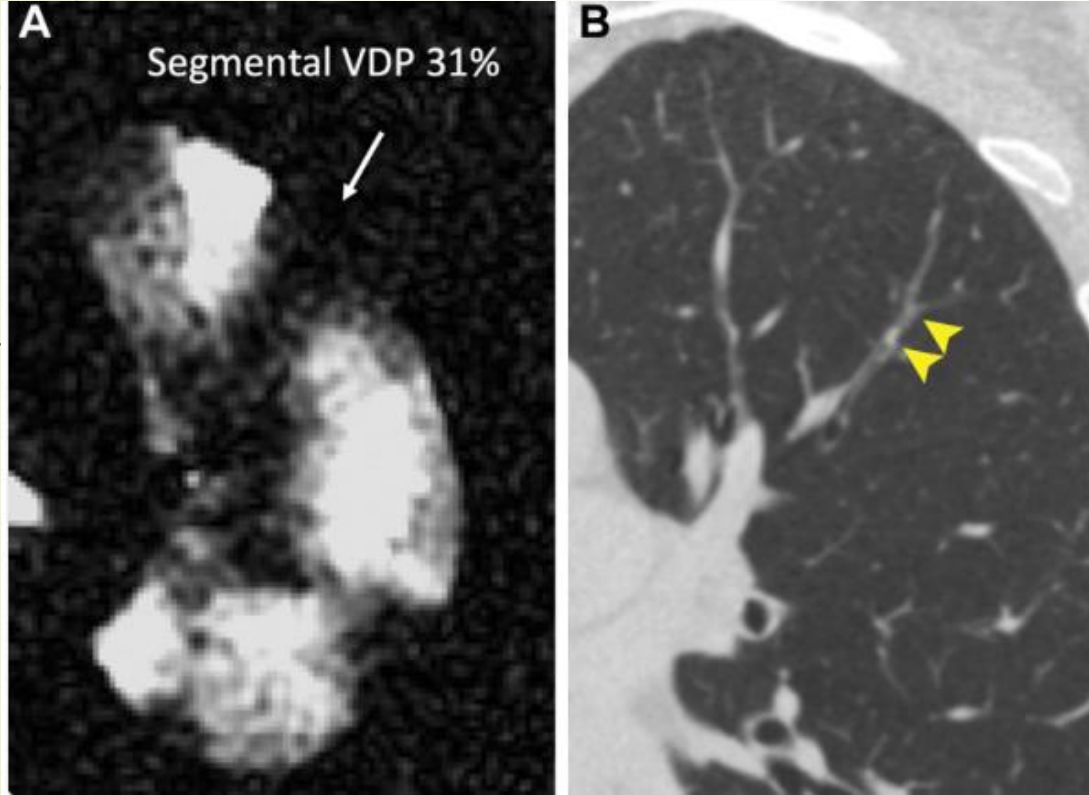
- R20 değişmez
- R5 daha pozitif artar
- X5 daha negatif olur
- Fres ve AX artar

Görüntüleme yöntemleri (HRCT)



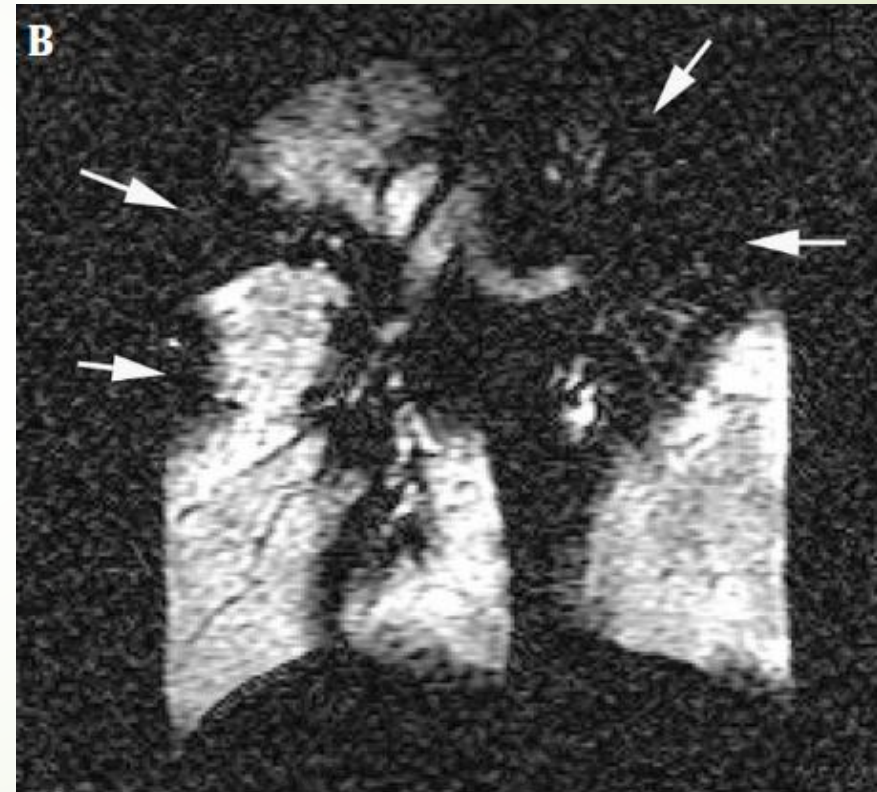


a) Açık hava yolu duvar kalınlaşması gösteren inspiratuar göğüs BT'si. b) Aynı hastada geniş düşük atenüasyon bölgeleri gösteren ekspiratuar göğüs BT'si.

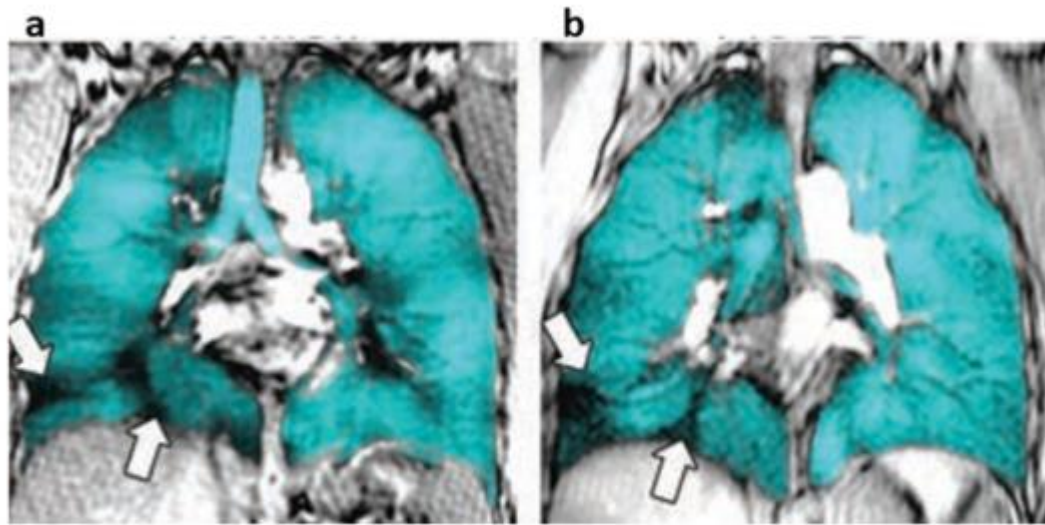


(A) Hiperpolarize helyum 3 MRI'da segmental lob hacminin %31'ini etkileyen segmental ventilasyon defekti yüzdesinin (VDP) temsili görüntüleri (ok) ve (B) BT'de görüntülenen uzaysal olarak örtüşen bir mukus tıkaçı (ok uçları).

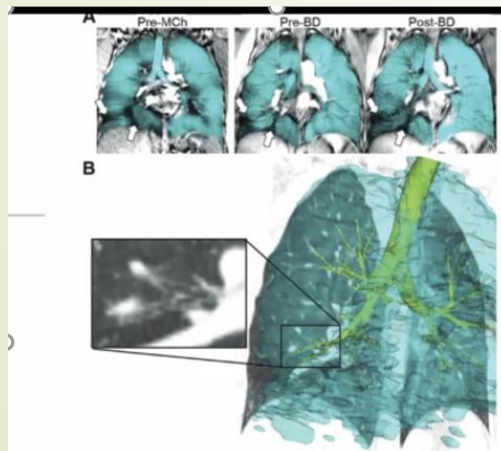
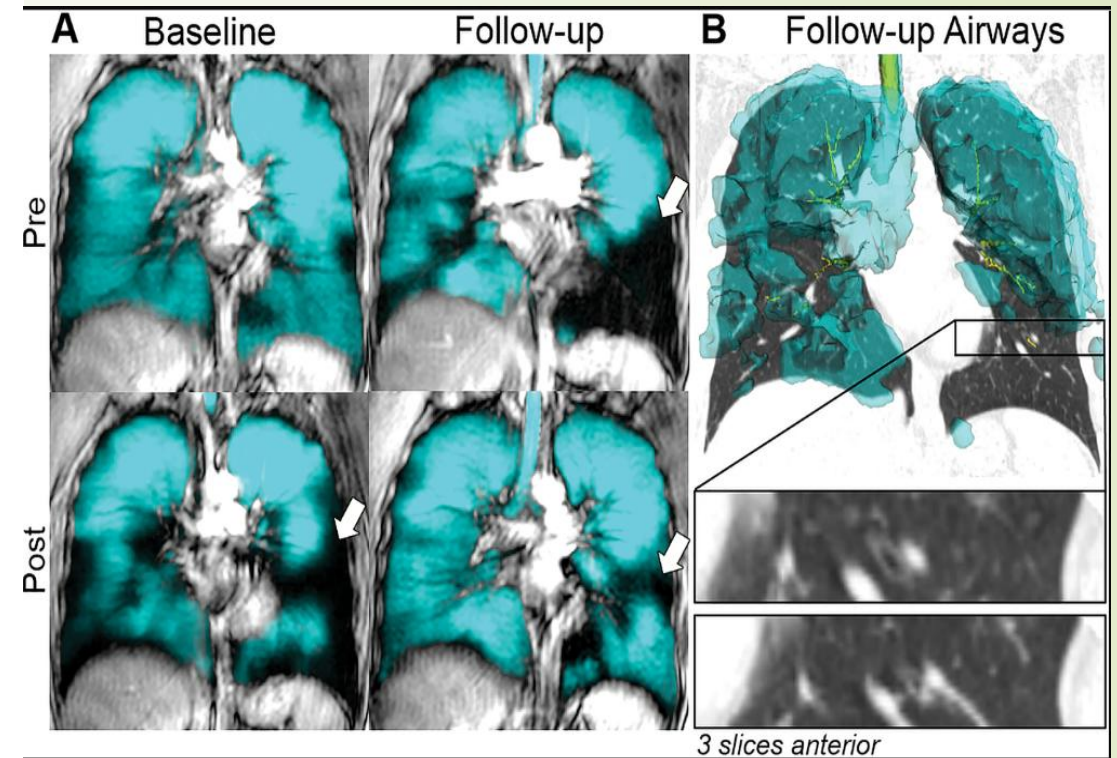
He MRI



Hiperpolarize he MRI



^3He MRI ventilation in a 28-year-old with mild-to-moderate asthma and stable ventilation at **(a)** baseline and **(b)** follow-up shows persistent ventilation defects.

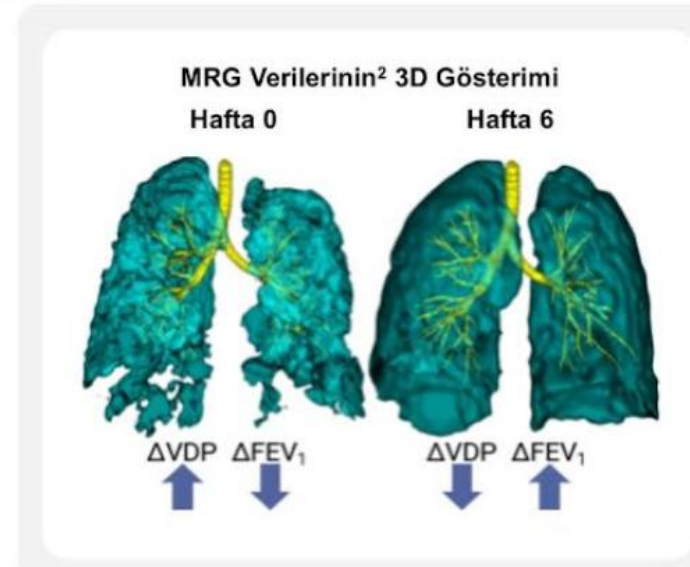
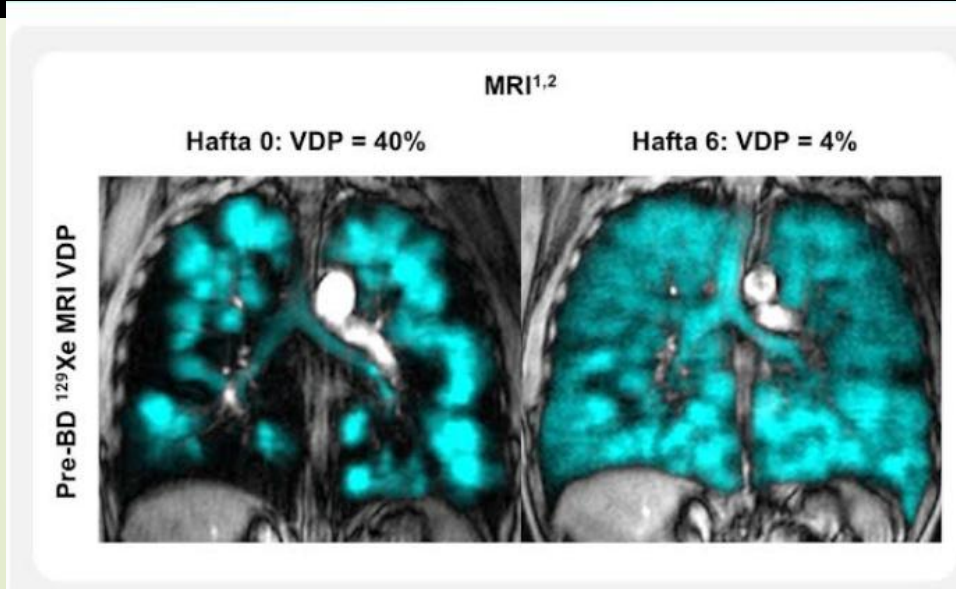
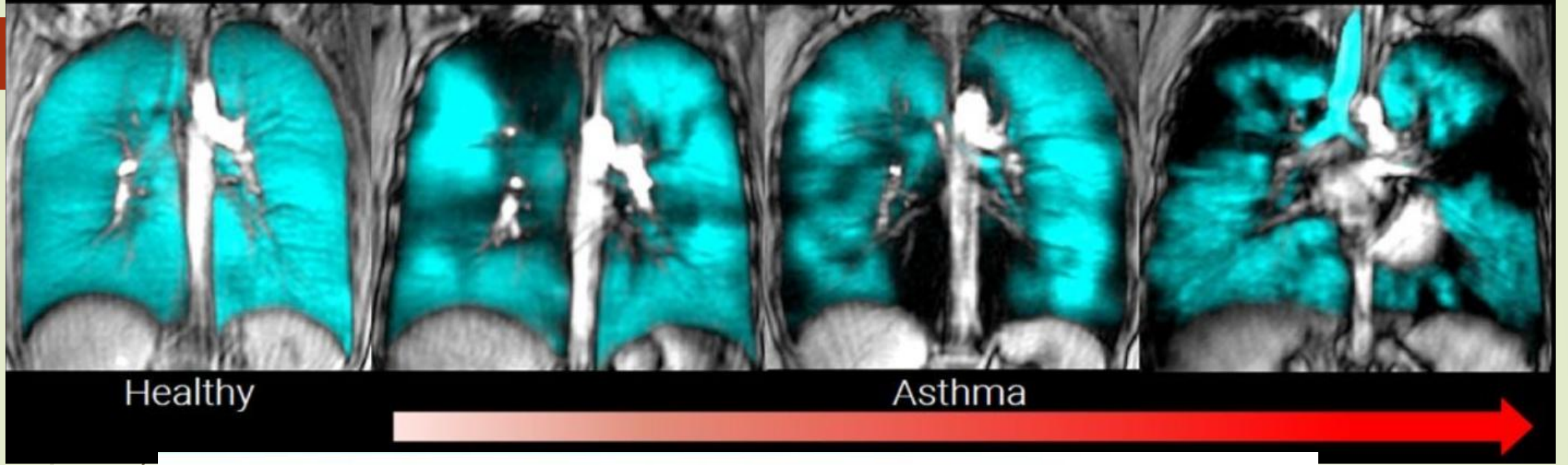


> [Radiology](#). 2019 Oct;293(1):212-220. doi: 10.1148/radiol.2019190420. Epub 2019 Aug 6.

Hyperpolarized Helium 3 MRI in Mild-to-Moderate Asthma: Prediction of Postbronchodilator Reversibility

Rachel L Eddy ¹, Sarah Svenningsen ¹, Christopher Liciskai ¹, David G McCormack ¹, Grace Parraga ¹

Hiperpolarize ^{129}Xe MR ile V/P defektleri



Sonuç olarak

Küçük hy disfonksiyonu

BHR

Kontrolsüz astım

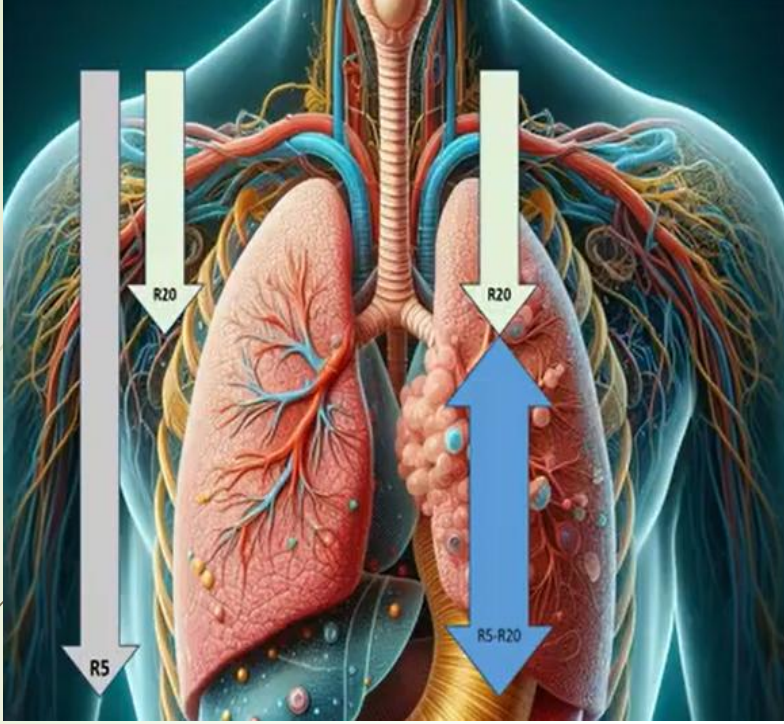
Steroide dirençli hastalık

Noktürnal/fatal astım

Egzersize bağlı
bronkokonsrüksiyon

Yaşal birlikte pulmoner
fonksiyon kaybı ile ilişkilidir

- SFT normal olanlarda hava yolu hastalığını erkenden tanımak
- Astım tanısını koymak için yardımcı bir test
- Rehberlerde henüz yerini almış değil
- Pahalı cihaz ve yaygın kullanımda değil



TEŞEKKÜR EDERİM