

DİYAFRAGMA ULTRASONOGRAFİSİ

Dr Aslıhan Yalçın

SBÜ Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Göğüs Hastalıkları ve Yoğun Bakım

SUNUM PLANI

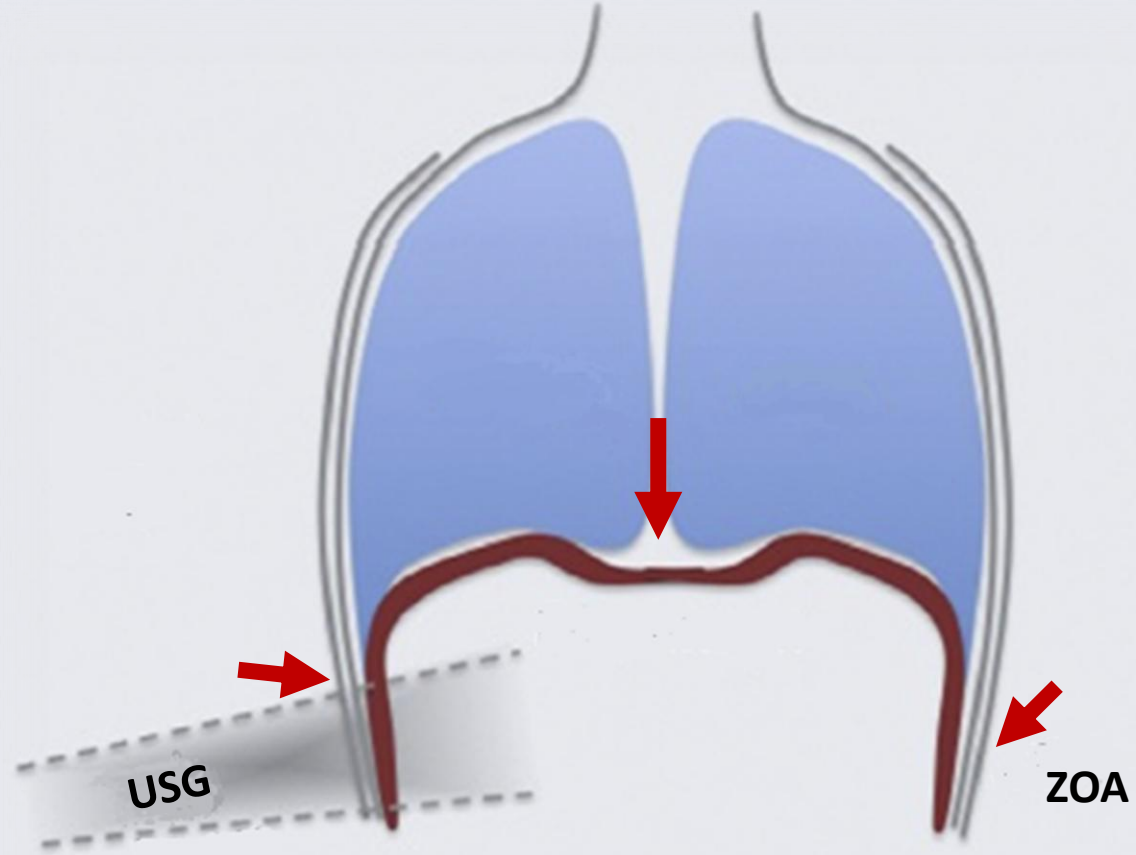
- Diyafram anatomisi
- Diyafram fonksiyonunu etkileyen durumlar
- Diyafram değerlendirme yöntemleri
- Diyafram USG tekniği
- Diyaframın USG ile deęerlendirilebilen parametreler
- Diyafram USG ne zaman ve nasıl kullanılmalıdır?

DİYAFRAM ANATOMİSİ

✓ Santral –Centrum tendineum - Hareketsiz

✓ Periferik-Muskuler - Hareketli

✓ Muskuler kısmın kotlarda sonlandığı bölge - Zone of apposition



- Diyafram disfonksiyonu(DD) yoğun bakım hastalarında sık görülür
- Uzamış ventilatör gereksinimi ile ilişkilidir
- Uzamış yoğun bakım yatış süresi ile ilişkilidir
- Mekanik ventilatör desteğinin gereğinden fazla olması DD sebebidir
- Mekanik ventilatör desteğinin gereğinden az olması DD sebebidir
- Fonksiyonlarının non-invazif, seri tekrarlar halinde takibi önemlidir

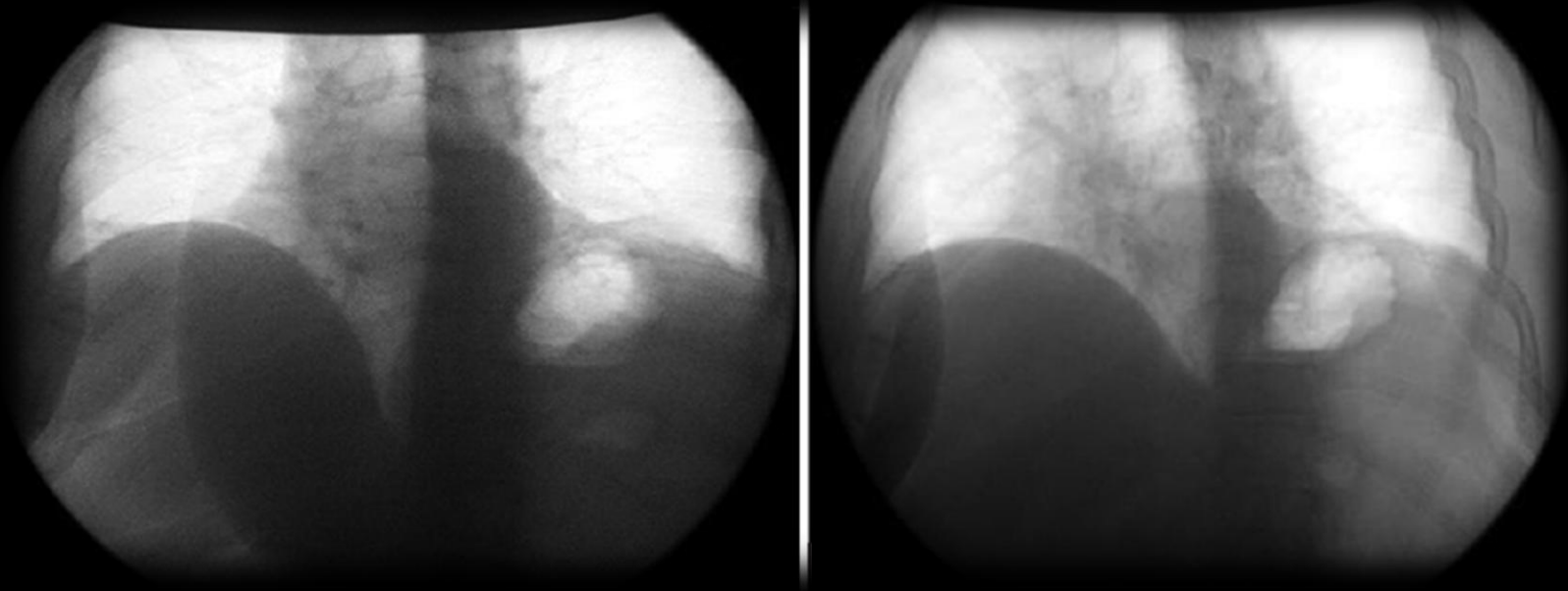
Mekanik Ventilatördeki Hastalarda Diyafram Disfonksiyonu

- ✓ Sıklıkla bilateraldir
- ✓ Kritik hastalık nöromiyopatisi
- ✓ Non-miyopatik hastalıklar -KOAH -Sepsis
- ✓ Nöromuskuler hastalıklar
- ✓ Ventilatör ilişkili diyafram disfonksiyonu(VIDD)

DİYAFRAM YAPI VE FONKSİYONUNU DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Floroskopi

- ✓ Diyaframın şeklini ve mediastinal şifti değerlendirmeyi sağlar
- ✓ Paralizi ya da paradoks hareketi görmek için hasta solurken eş zamanlı görüntü almak gerekir
- ✓ Hastayı taşımak gerekecektir, radyasyon maruziyeti vardır ve hasta uyumu gerektirir
- ✓ Fonksiyonel değerlendirme diyaframın kubbe üzerinden yapılabilir ki burası en az hareketli kısımdır

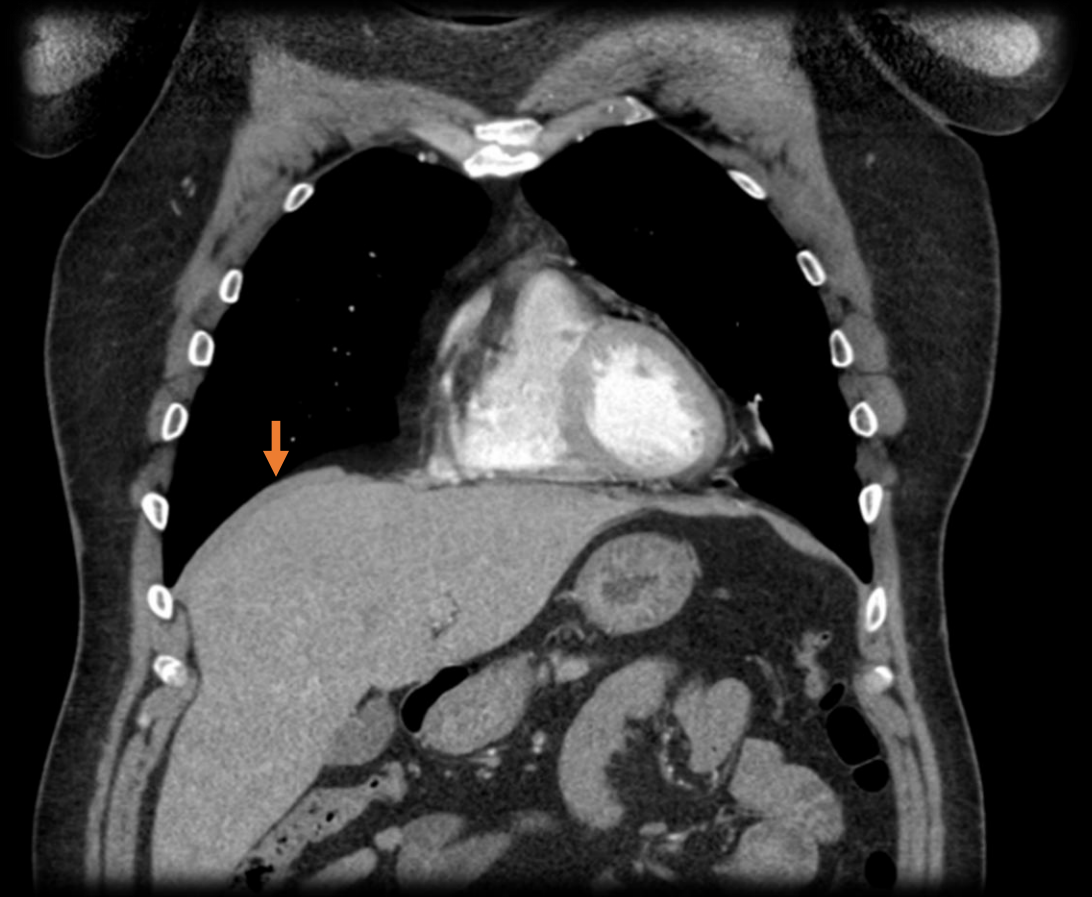


Bilgisayarlı Tomografi

✓ Diyafram yapısını değerlendirebilir

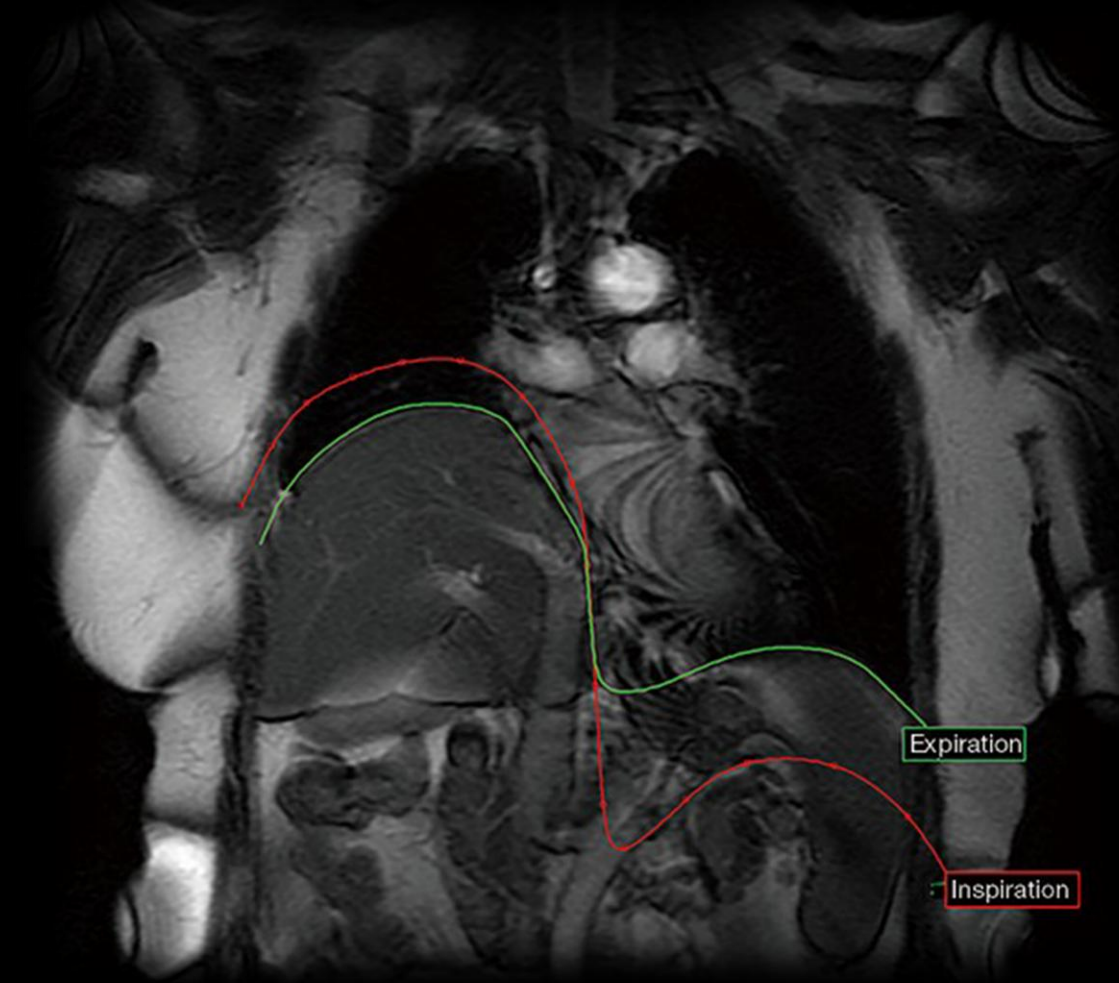


✓ Fonksiyonel değerlendirme yapamaz

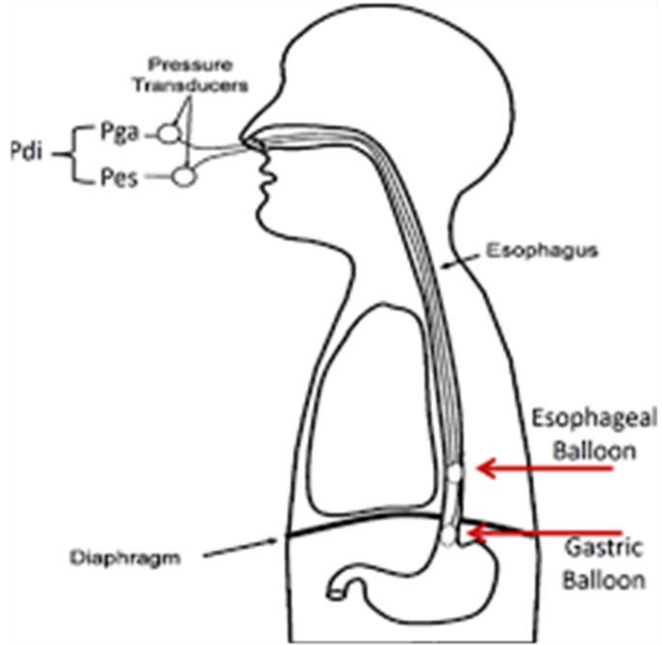


Magnetik Rezonans Görüntüleme

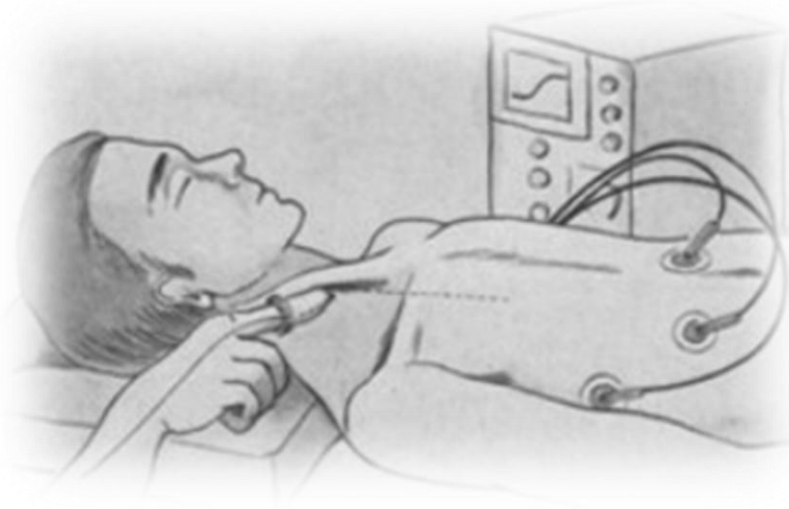
- ✓ Hareketin kantitatif değerlendirmesini, senkronu and ve hızını değerlendirir
- ✓ Pahalıdır
- ✓ Her klinikte bulunmaz



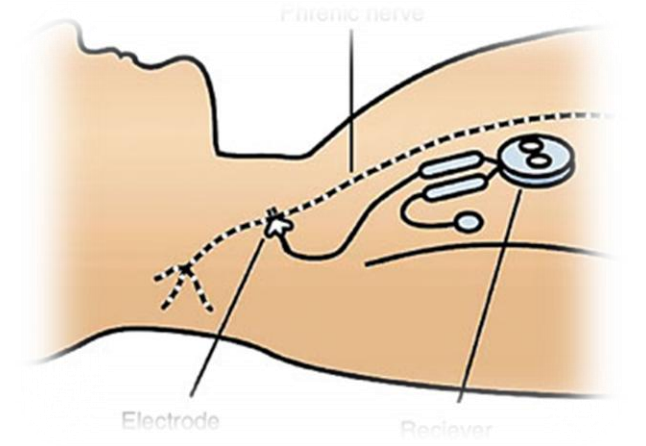
✓ Transdiyafragmatik basınç ölçümü



✓ Diyafram EMG



✓ Frenik sinir stimülasyonu



DIYAFRAM ULTRASONOGRAFİSİ

- ✓ Hızlı sonuç verir
- ✓ Non-invazif
- ✓ Ucuz
- ✓ Kolay ulaşılabilir
- ✓ Yatak başı uygulanır
- ✓ Eş zamanlı değerlendirme sağlar
- ✓ İyonize radyasyon maruziyeti yoktur
- ✓ Diyafram kalınlığı hakkında bilgi verir
- ✓ Hareketleri eş zamanlı değerlendirmeyi
- ✓ Seri takip olanağı sunar

DİYAFRAM ULTRASONOGRAFİ TEKNİĞİ

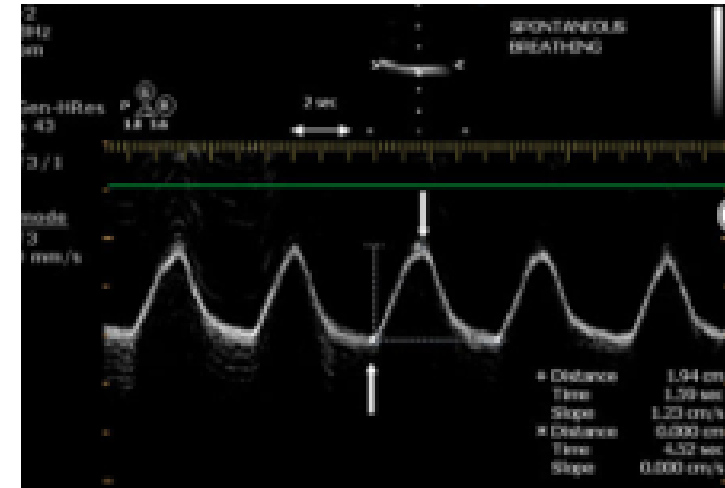
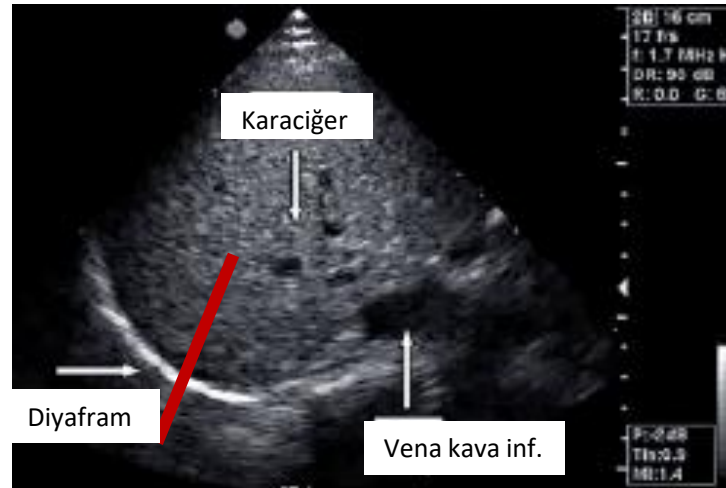
B-Mod

- ✓ Diyafram yapısı ve kalınlığı değerlendirilir
- ✓ Plevra-asit sıvısı



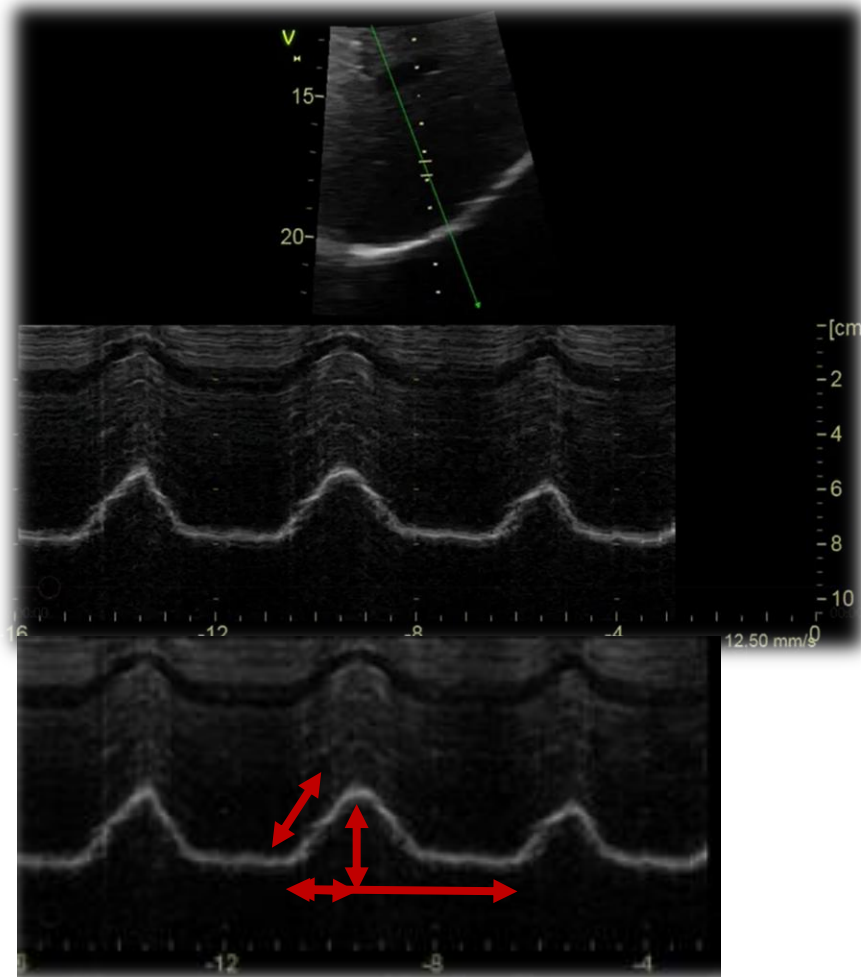
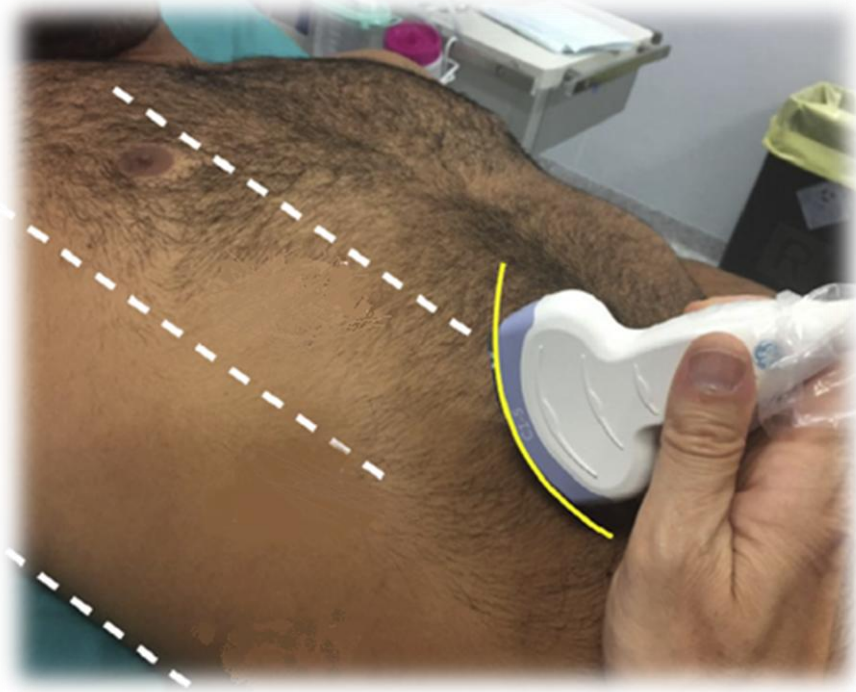
M-mod

- ✓ Ekskürsiyon(yer değiştirme, cm)
- ✓ Diyafram kontraksiyon hızı(slope, cm/s)
- ✓ İnspirasyon süresi (T_{insp}, s)
- ✓ Siklus uzunluğu(T_{tot}, s)

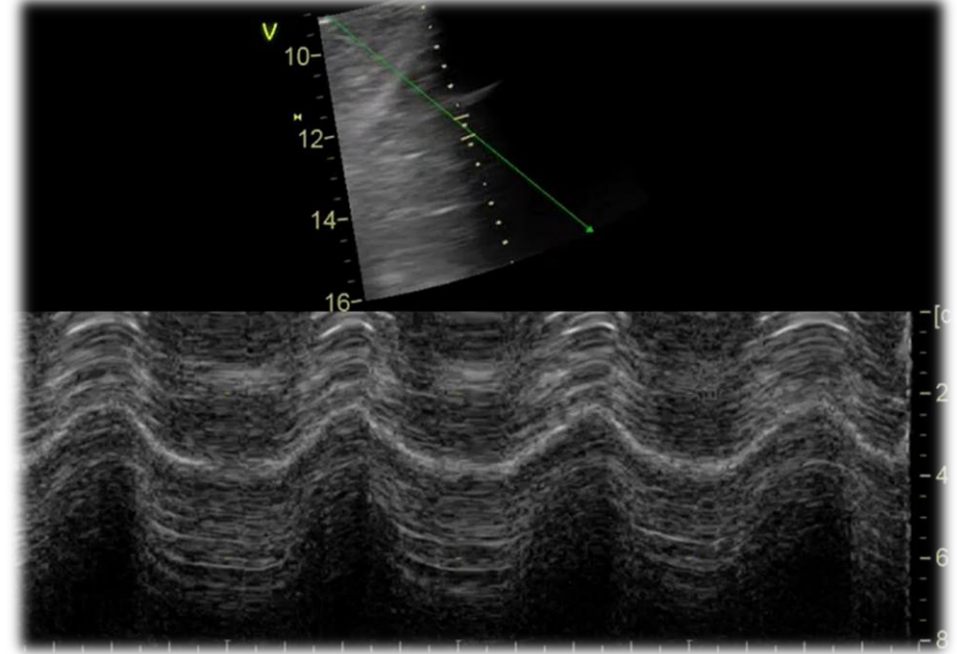
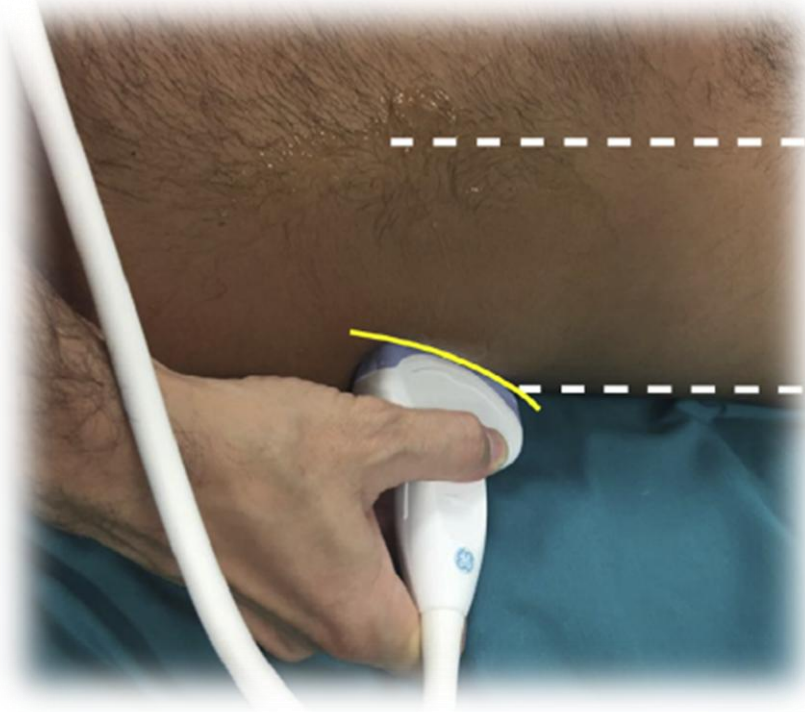


DİYAFRAM HAREKETİ

Sağ hemidiyafram



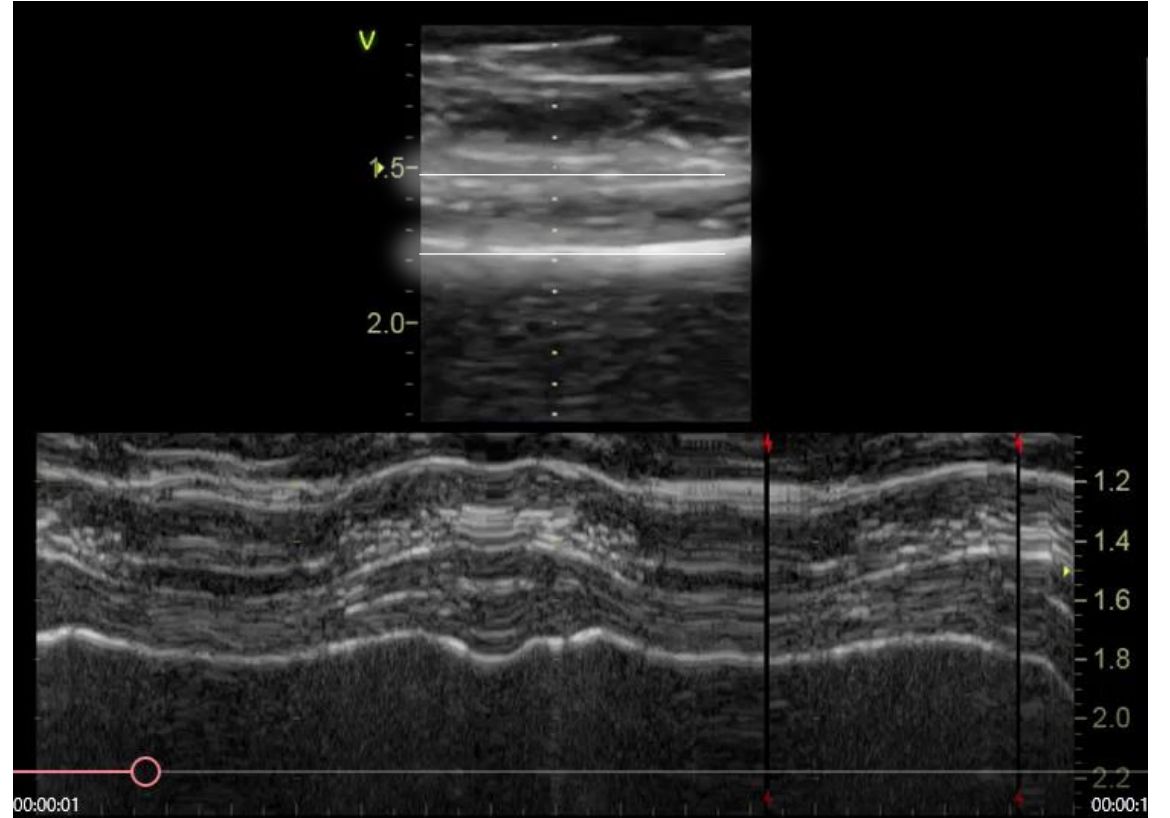
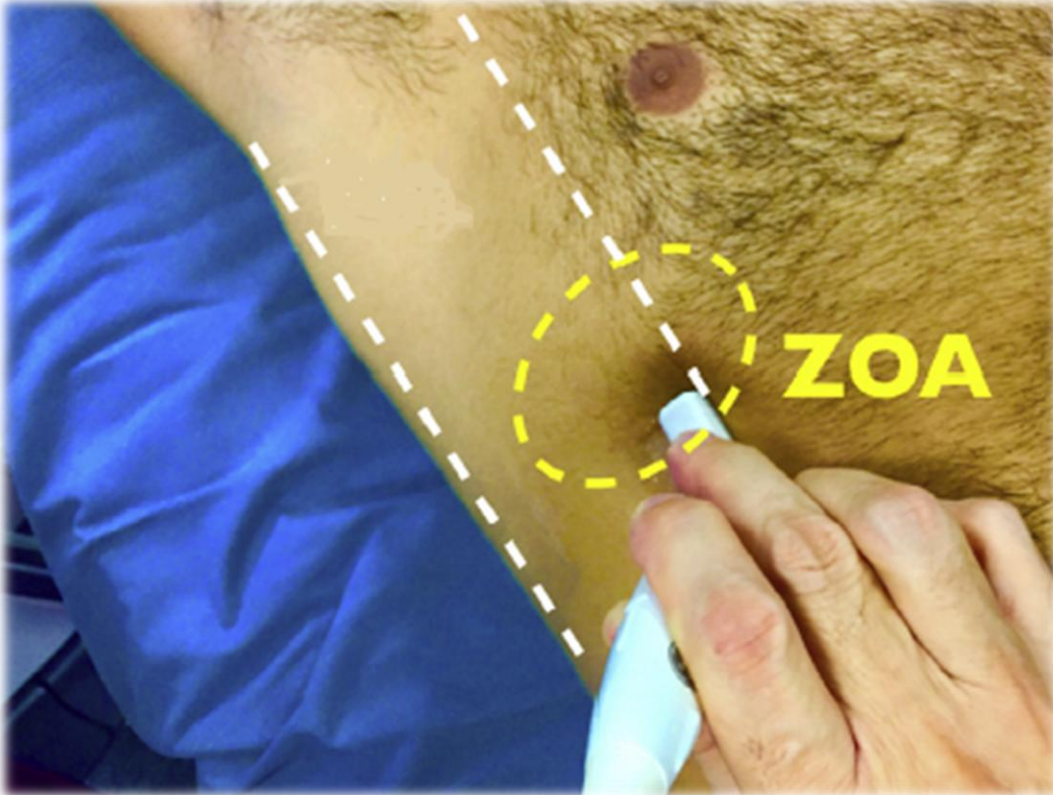
Sol hemidiyafram



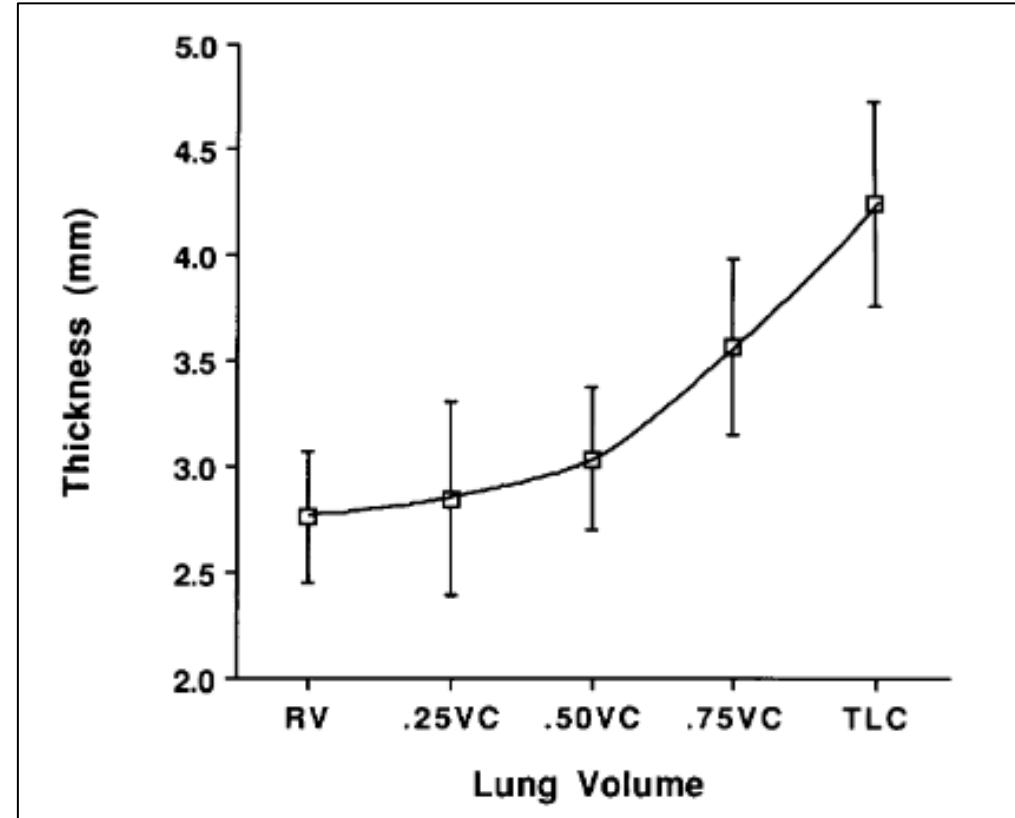
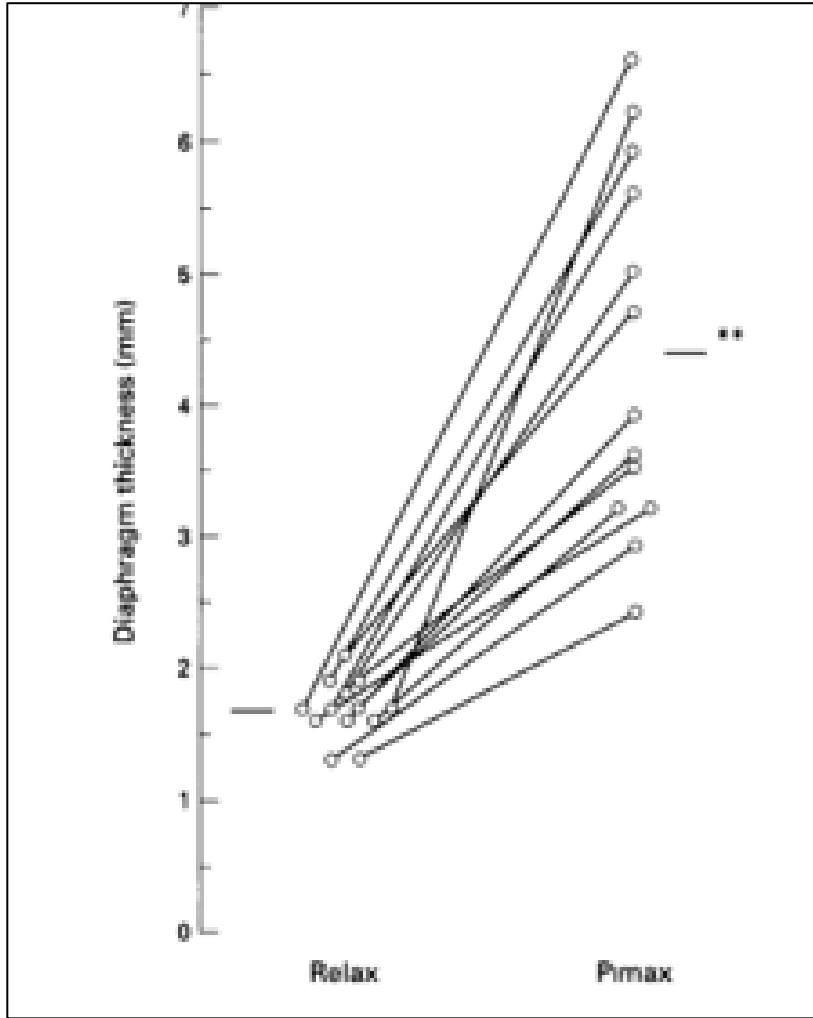
- Dalak akustik penceresini kullanır
- Sol taraf daha hareketlidir
- Her iki taraf arasında variabilite %50'den azdır

DİYAFRAM KALINLIK ÖLÇÜMÜ

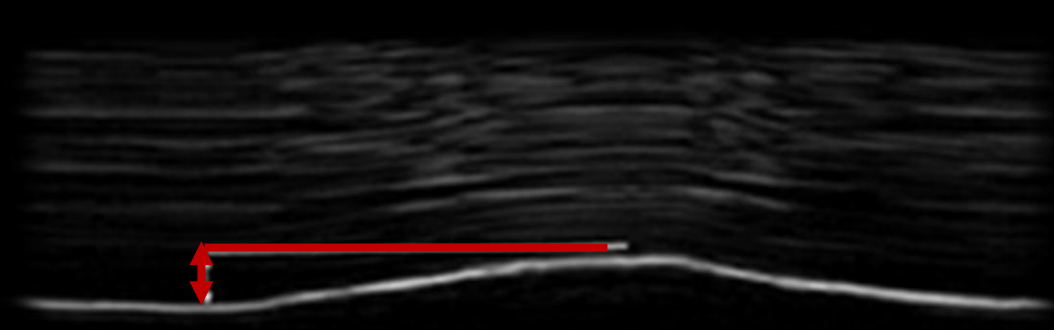
- ✓ Sağ hemidiyaframdan ölçüm önerilir
- ✓ Yüksek frekanslı lineer bir prob ile B mod görüntü düşürülür
- ✓ 7-9. interkostal aralığın orta veya ön aksiller çizgi ile kesiştiği noktada- apozisyon bölgesinde



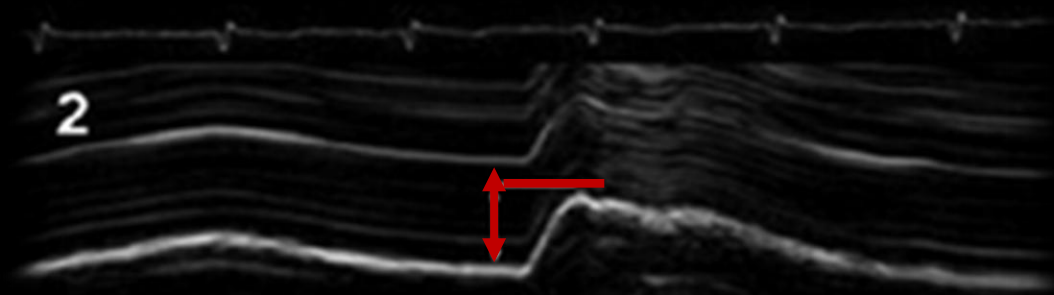
- ✓ Ölçümün yapıldığı interkostal alanın mutlaka belirtilmesi gerekir
- ✓ Alt interkostal alanlarda kalınlık üst alanlardan daha fazladır
- ✓ İspirasyonda kalınlık artarken ekspirasyonda azalır
- ✓ Diyafram kalınlığı ekspiryum sonunda ölçülür
- ✓ Kalınlık 0.2 cm altında ise atrofiden bahsedilir
- ✓ Paralitik bir diyafram incedir ve ispirasyonda kalınlığı artmaz



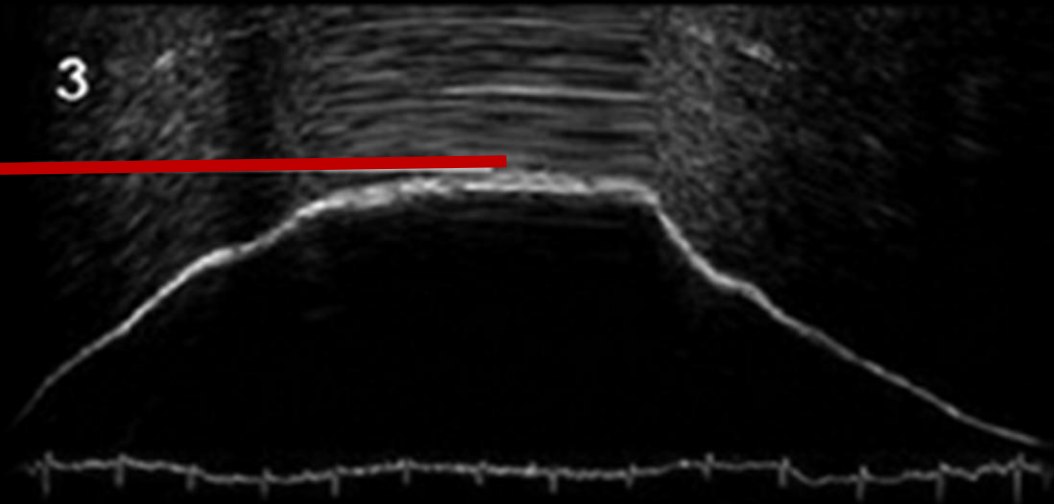
- ✓ FRK'de iken tdi 1.8 - 3 mm
- ✓ RV'den TLC'e geçiş ile tdi %54 artar
- ✓ Pmax ile diyafram kalınlığı 2.6 kat artar



Normal soluk



Sniff manevrası



Derin soluk

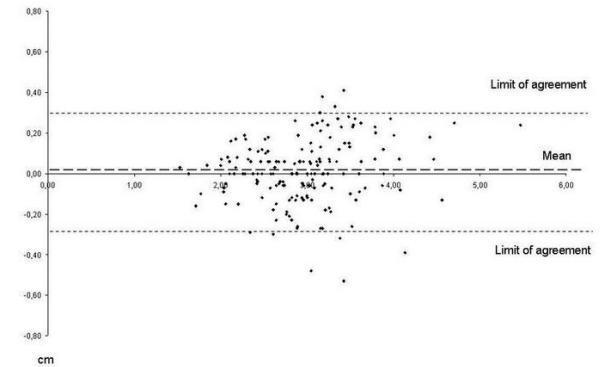
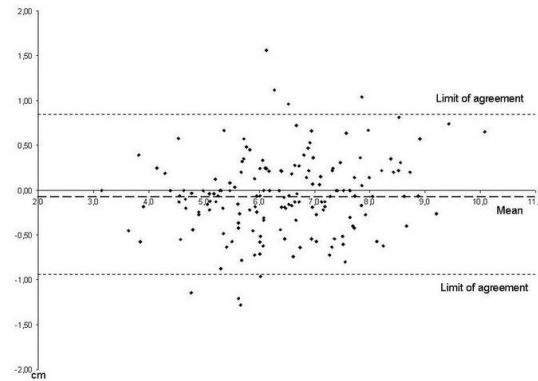
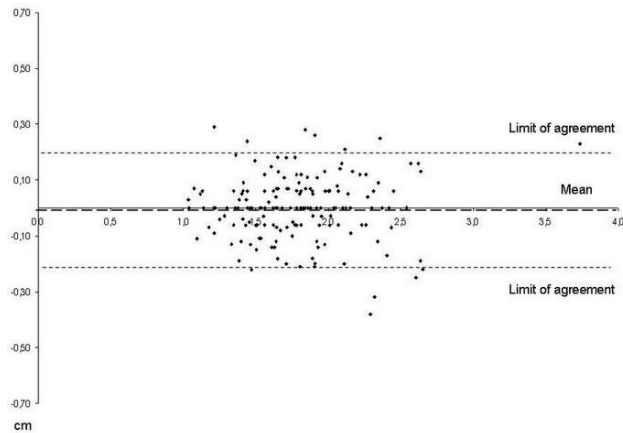


Original Research

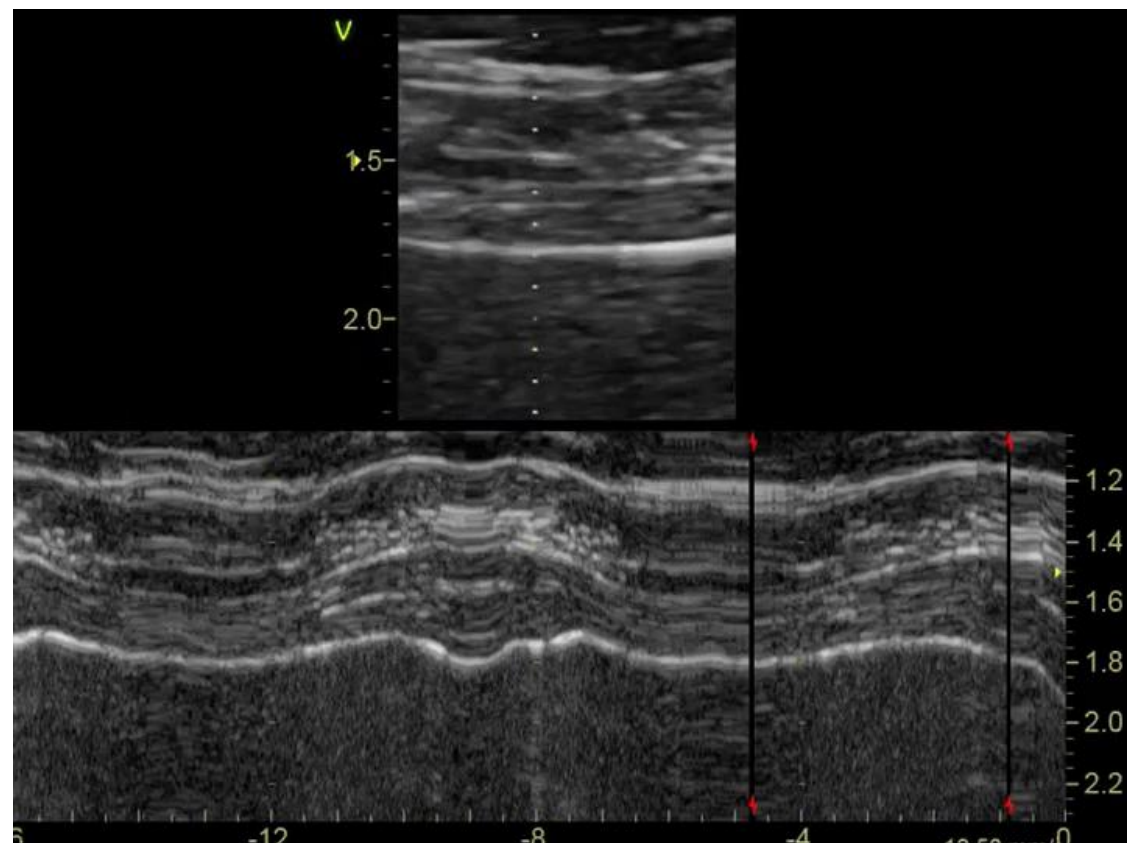
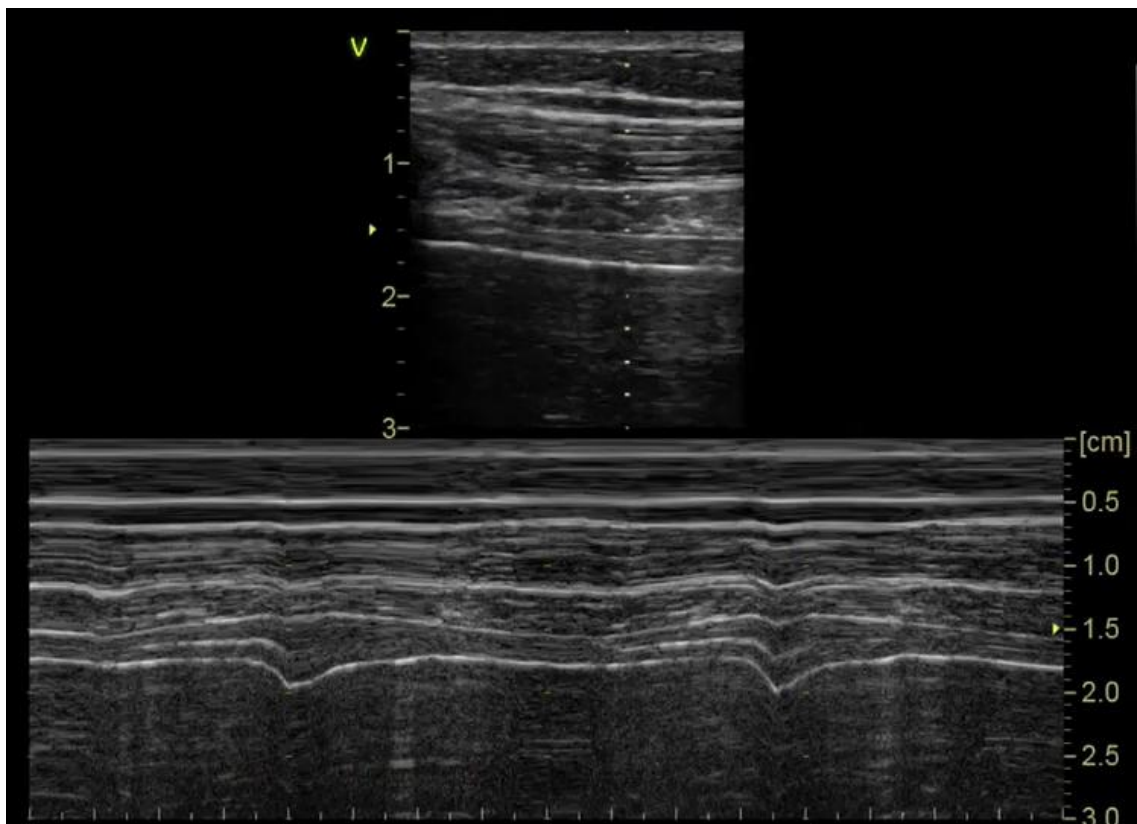
Ultrasonography

Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography: Methods, Reproducibility, and Normal Values

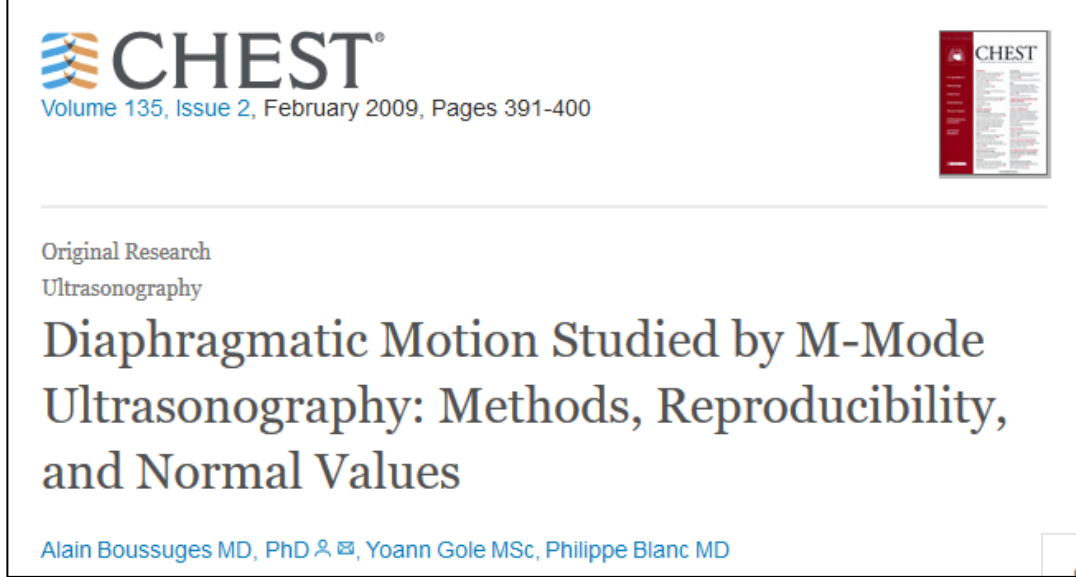
Alain Boussuges MD, PhD , Yoann Gole MSc, Philippe Blanc MD



	Normal Soluk	Derin Nefes	Sniff Manevrası
Kadın	1.6±0.3 cm	5.7±1.0 cm	2.6±0.5 cm
Erkek	1.8±0.3 cm	7.0±0.6 cm	2.9±0.6 cm



DİYAFRAM ULTRASONUN GEÇERLİLİĞİ VE GÜVENİRLİĞİ

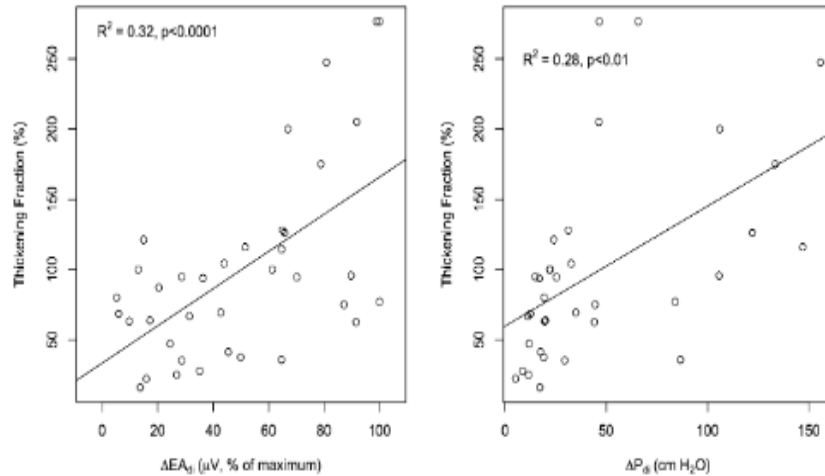


- ✓ Diyafram hareketi değerlendirmesinde aynı ve farklı uygulayıcılar arasında korelasyon %88-99

Ewan C. Goligher
Franco Laghi
Michael E. Detsky
Paulina Farias
Alistair Murray
Deborah Brace
Laurent J. Brochard
Steffen Sebastien-Bolz
Gordon D. Rubinfeld
Brian P. Kavanagh
Niall D. Ferguson

Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity

Fig. 2 Diaphragm thickening fraction is correlated with diaphragm electrical activity and transdiaphragmatic pressure during inspiratory maneuvers. EA_{di} diaphragm electrical activity, P_{di} transdiaphragmatic pressure



Emmanuel Vivier
Armand Mekontso Dessap
Saoussen Dimassi
Frederic Vargas
Aissam Lyazidi
Arnaud W. Thille
Laurent Brochard

Diaphragm ultrasonography to estimate the work of breathing during non-invasive ventilation

Table 3 Thickening fraction reproducibility

	Intra-class correlation coefficient	Coefficient of repeatability, %
Intra-analyser reproducibility	0.987 [0.948–0.997]	7.3
Inter-analyser reproducibility	0.985 [0.939–0.996]	7.9
Intra-observer reproducibility	0.985 [0.943–0.996]	15.2
Inter-observer reproducibility	0.978 [0.916–0.995]	17.8

Güvenilir Ölçüm Yapabilmek İçin

- ✓ Kalınlık ölçümü için bakılan yer işaretlenmelidir
- ✓ M-mod'a geçmeden önce diyaframın en iyi görüldüğü B-mod görüntüyü bulmak gerekir
- ✓ M-mod ölçümlerinde kursor mutlaka diyaframa perpendiküler uzanacak şekilde prob tutulmalıdır
(Prob rotasyonu yapılamıyorsa M-mod üzerinden kursor dik açığa getirilir)
- ✓ Diyafram kalınlığını ölçmek için yüksek frekanslı (>10 MHz) lineer problar tercih edilmelidir

DİYAFRAM ULTRASONUNDA GÜÇLÜKLER

Olguların %2-10'unda akustik pencere zayıftır, görüntü kalitesi olumsuz etkilenir.

Asiste modlarda hareket ölçümlerinde tetik+destek basıncının oluşturduğu hareketin toplamı görülür.

Ne kadarı aktif kontraksiyondan?

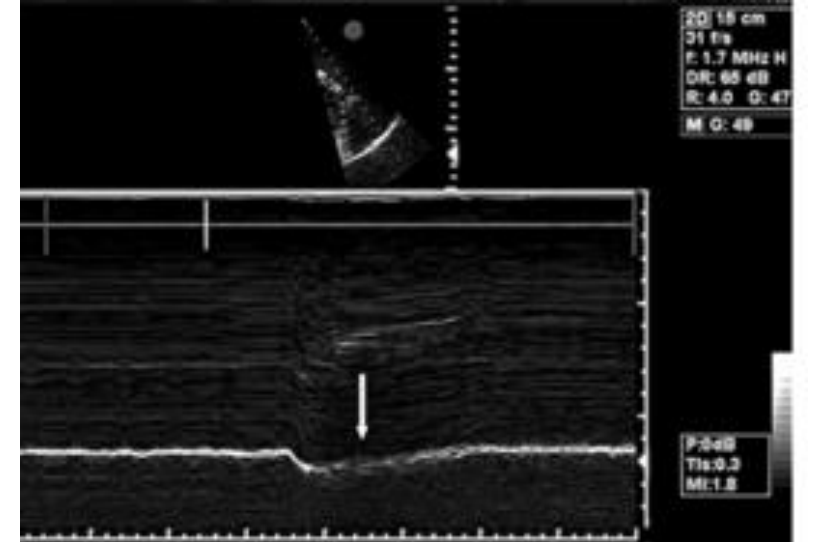
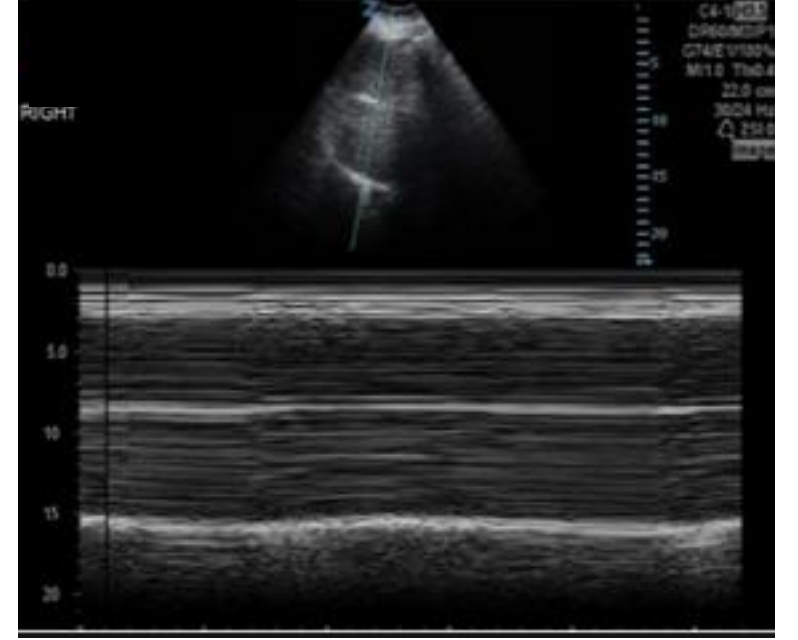
Ne kadarı pasif kontraksiyondan?

Diyafram gücünü değerlendirmek için 5-10 dk boyunca hasta spontan solutulmalı ve kayıt alınmalıdır.

DİYAFRAM ULTRASONUNUN KLİNİK KULLANIM ALANLARI

Diyafram Paralizi

- ✓ Diyafram kalınlığı paralitik tarafta azalmıştır
- ✓ İspirasyonda kalınlık artışı olmaz
- ✓ M-Mod'da normal solumada hareket yoktur
- ✓ Derin solumada hareket yoktur
- ✓ Sniff manevrası ile hareket gözlenmez
- ✓ Paradoks hareket vardır

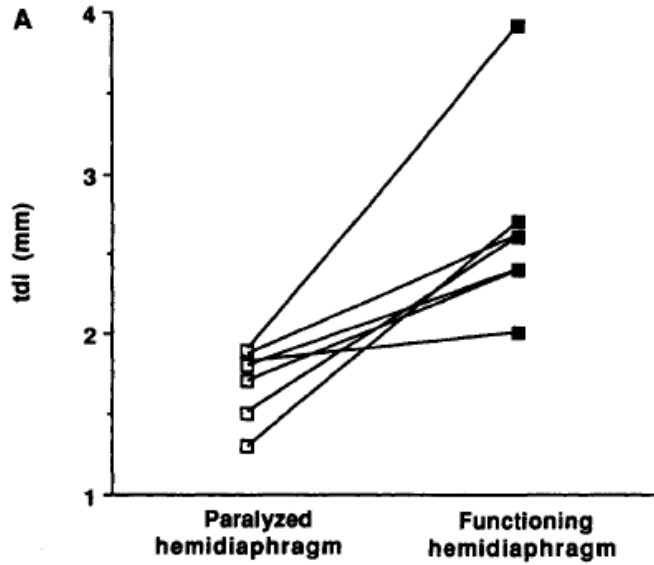


Diyafram Zayıflığı-Atrofisi

Ultrasound Evaluation of the Paralyzed Diaphragm

ERIC GOTTESMAN and F. DENNIS McCOOL

Department of Medicine, Memorial Hospital of Rhode Island, Pawtucket; and Brown University Medical School, Providence, Rhode Island

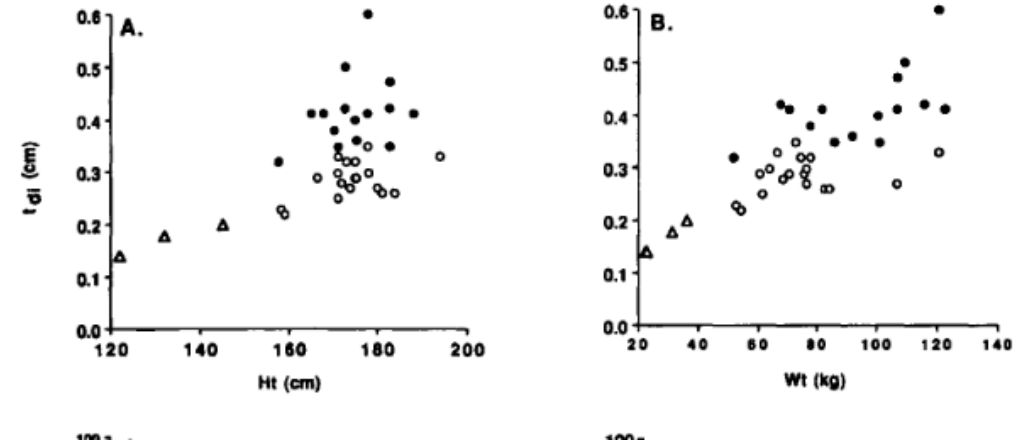


- Kronik paralizi-atrofi-< 2 mm

Variability of Diaphragm Structure Among Healthy Individuals

F. DENNIS McCOOL, JOSHUA O. BENDITT, PAUL CONOMOS, LINDA ANDERSON, CHARLES B. SHERMAN, and FREDERIC G. HOPPIN, Jr.

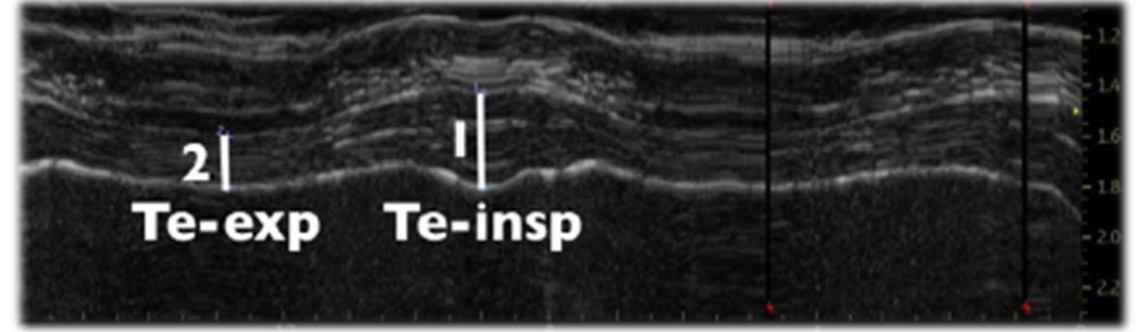
Department of Medicine, Memorial Hospital of Rhode Island, Pawtucket; and Brown University Medical School, Providence, Rhode Island



- Akut paralizde tdi tek başına yanlış negatif olabilir, atrofi yok
- Kısa boylu kişilerde yanlış pozitif olur, boyla orantılı

Thickening Fraction-TF- Δtdi

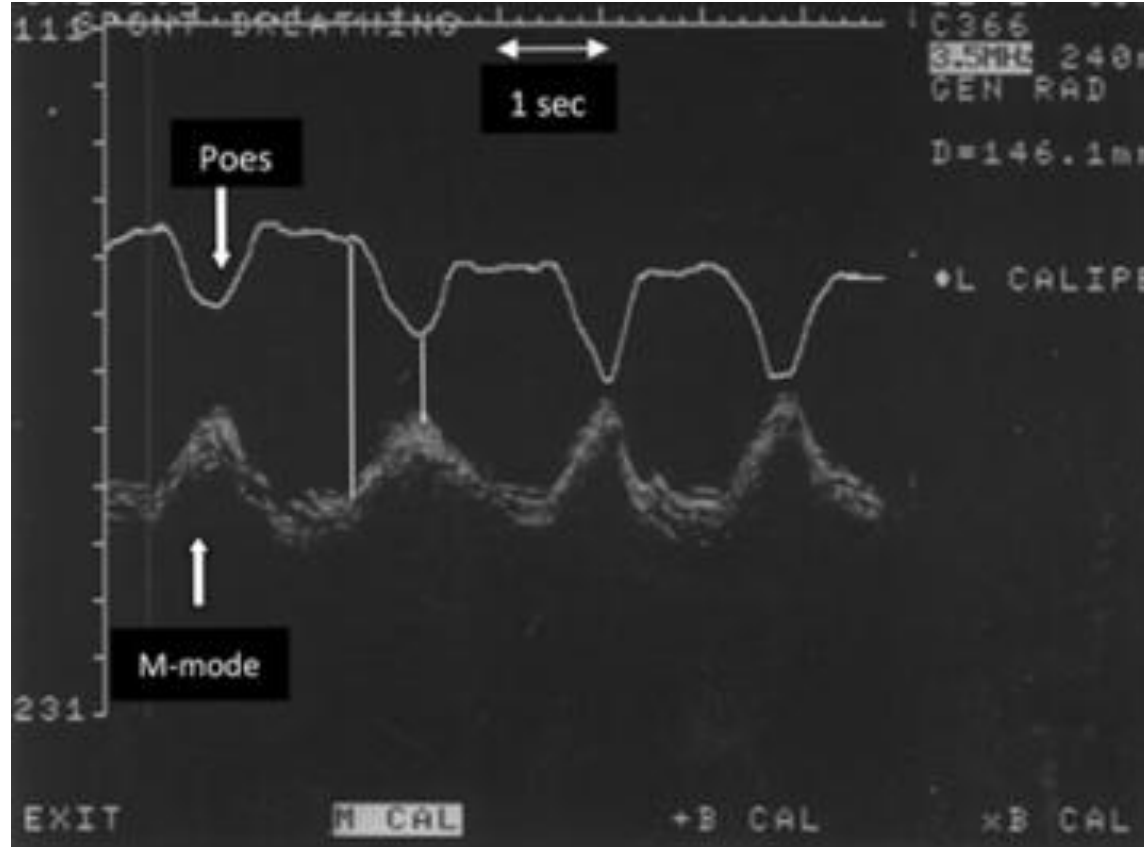
$$TF = \frac{(tdi_{ins} - tdi_{exp})}{tdi_{exp}} \times 100$$



- ✓ %20 altındaki deęerler disfonksiyonu ile uyumlu
- ✓ Diyafram zayıflığında iyileşmeyi değerlendirmek için kullanılabilir
- ✓ TF artışının vital kapasite ve maksimum inspiratuar basınç artışı ile direkt ilişkisi gösterilmiştir.

Mekanik Ventilatörde Destek Modlarında Tetik Değerlendirme

- ✓ M-mod ile özofagiyal manometrinin korele olduğu
- ✓ M-mod inspirasyonun tetiklenmesinden tüm solunum siklusunu gösterebilir
- ✓ Özofagiyal manometriye gerek kalmadan hasta izlenebilir.



Mekanik Ventilatörden Ayırma

- ✓ Diyafram disfonksiyonu uzamış ventilatör gereksinimi ile doğrudan ilişkilidir

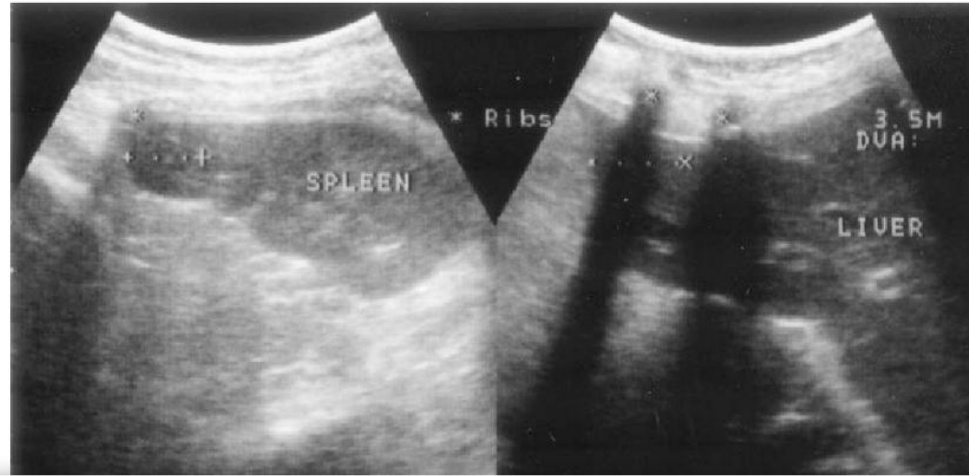


Figure 2. Liver and spleen displacements in crano-caudal aspect during SBTs measured by real-time ultrasound.

Published in Chest 2004

Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome.

Jung-Rern Jiang, Tzu-Hsiu Tsai, Jih-Shuin Jerng, Chong-Jen Yu, Huey-Dong Wu, Pan-chyr Yang

Windows
Windows

Variables	SG	FG	P Value
P _{imax} , cm H ₂ O †	- 46.3 ± 10.6	- 35.0 ↓ 15.3	0.002
VT _{spont} , mL †	382 ± 119	286 ± 111	0.004
RSBI, L/min × L †	73 ± 30	136 ± 43	< 0.001
MD, cm †	1.45 ± 0.48	0.84 ± 0.39	< 0.001

*Data are presented as mean ± 1 SD.

†p < 0.05.

Table 2—Comparisons of the Traditional Weaning Parameters and MD Between Groups*

Published in Chest 2004

Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome.

Jung-Rern Jiang, Tzu-Hsiu Tsai, Jih-Shuin Jerng, Chong-Jen Yu, Huey-Dong Wu, Pan-chyr Yang



- ✓ Karaciğer ve dalakta 1.1 cm altında yer değiştirme ekstübasyon başarısızlığı
- ✓ Yeterli spontan TV oluşturmak tek başına yeterli değil, ekstübasyon kriterleri gözden geçirilmeli

Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: Influence on weaning from mechanical ventilation*

Won Young Kim, MD; Hee Jung Suh, RT; Sang-Bum Hong, MD, PhD; Younsuck Koh, MD, PhD, FCCM; Chae-Man Lim, MD, PhD, FCCM

Variables	(n = 24)	(n = 58)	p
Demographic factors			
Age, yrs	70.1 ± 11.1	64.5 ± 12.4	.06
Male	16 (67)	34 (59)	.50
Body mass index, kg/m ²	21.1 ± 4.6	22.9 ± 4.8	.11
Comorbidity:			
Diabetes	10 (42)	33 (57)	.23
Hypertension	11 (46)	35 (60)	.33
Chronic obstructive pulmonary disease	9 (38)	19 (33)	.80
Hypothyroidism	2 (8)	1 (2)	.20
Coronary artery bypass grafting	2 (8)	1 (2)	.20
Acute respiratory distress syndrome	4 (16)	12 (21)	.77
Laboratory findings			
PaCO ₂	42.6 ± 8.3	37.3 ± 8.0	.01
PaO ₂	93.9 ± 24.1	101.3 ± 24.0	.20
FiO ₂	35.8 ± 6.5	35.9 ± 5.8	.93
Creatinine	1.1 ± 0.9	1.2 ± 1.0	.42
Sodium	139.0 ± 6.7	138.4 ± 5.4	.63
Potassium	3.7 ± 0.3	3.8 ± 0.6	.70
Calcium	8.1 ± 0.9	8.2 ± 0.9	.49
Magnesium	2.1 ± 0.3	2.1 ± 0.4	.51
Ultrasonographic findings			
DE, right, mm (IQR)	7.0 (1.8–13.5)	17.9 (14.5–22.7)	<.01
DE, right, mm (n = 11) ^a	3.0 (0.0–7.0)	18.3 (12.2–22.4)	
DE, left, mm (IQR)	7.9 (2.1–18.9)	18.0 (15.6–23.2)	<.01
DE, left, mm (n = 9) ^a	2.6 (0.0–6.2)	18.3 (12.4–23.1)	
Pleural effusion	14 (58.3)	27 (46.6)	.47
Rapid shallow breathing index	73.5 ± 23.5	55.6 ± 26.9	.01
Hospital length of stay, days (IQR)	66.0 (52.0–99.0)	42.0 (30.0–72.0)	<.01
Intensive care unit length of stay, days (IQR)	31.0 (18.5–58.5)	24.0 (10.0–33.0)	<.01
Inhospital mortality	6 (25)	17 (29)	.79

DD, diaphragmatic dysfunction; DE, diaphragmatic excursion; IQR, interquartile range.
^aData of only diaphragms with DD. Values are expressed as mean ± SD, median, and IQR or no. (%).

- M-mod
- Eksürsiyon <10 mm



Ultrasonography evaluation during the weaning process: the heart, the diaphragm, the pleura and the lung

P. Mayo^{1*}, G. Volpicelli², N. Lerolle³, A. Schreiber⁴, P. Doelken⁵ and A. Vieillard-Baron^{6,7,8}

© 2016 Springer-Verlag Berlin Heidelberg and ESICM

Table 2 Indices of diaphragmatic function of potential utility for weaning from mechanical ventilatory support

Measurement	Value	Potential utility
Diaphragmatic excursion during SBT	<11 mm	Increased likelihood of failure of SBT
Best diaphragmatic excursion on right or left	>25 mm	Increased likelihood of success of SBT
Thickening fraction of diaphragm during SBT	>30–36 %	Increased likelihood of success of SBT
Right- and left-sided diaphragmatic excursion	Bilateral absence of diaphragmatic excursion	Increased likelihood of failure of SBT

SBT spontaneous breathing trial

Table 4. Applicability of parameters by mode of ventilation

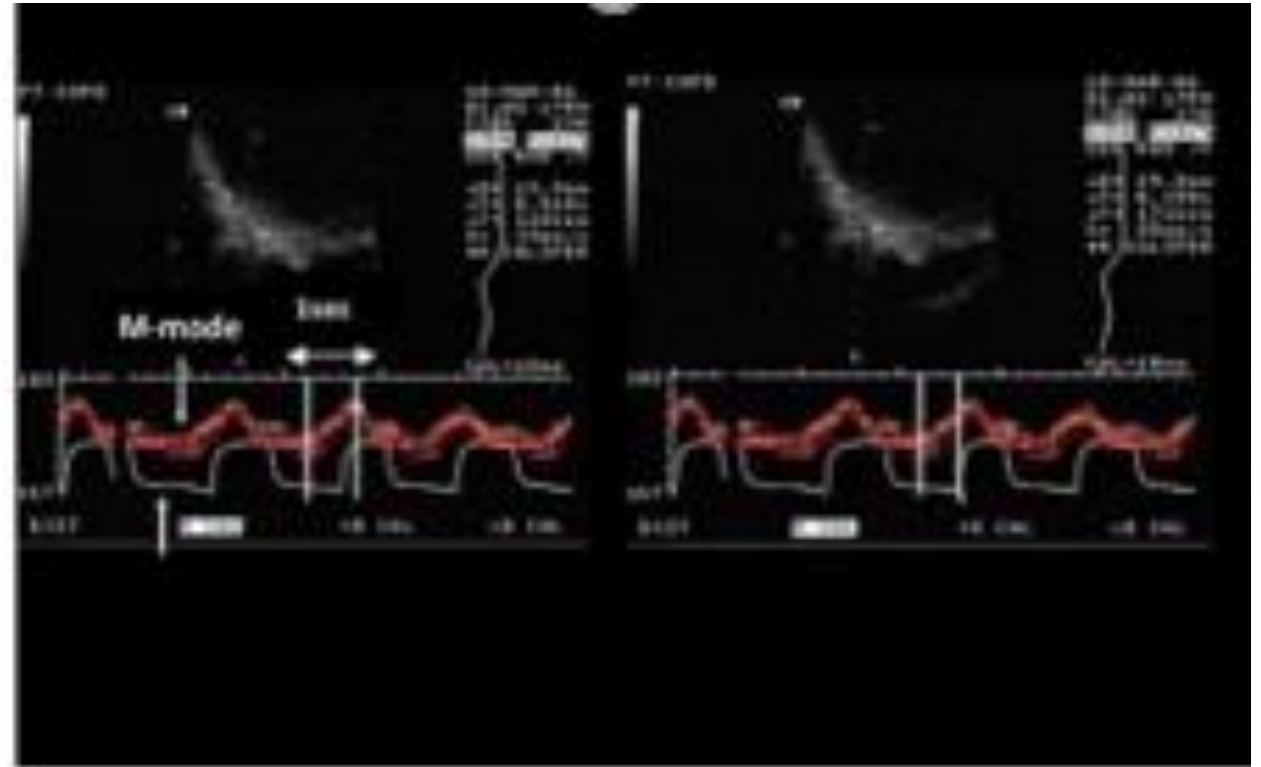
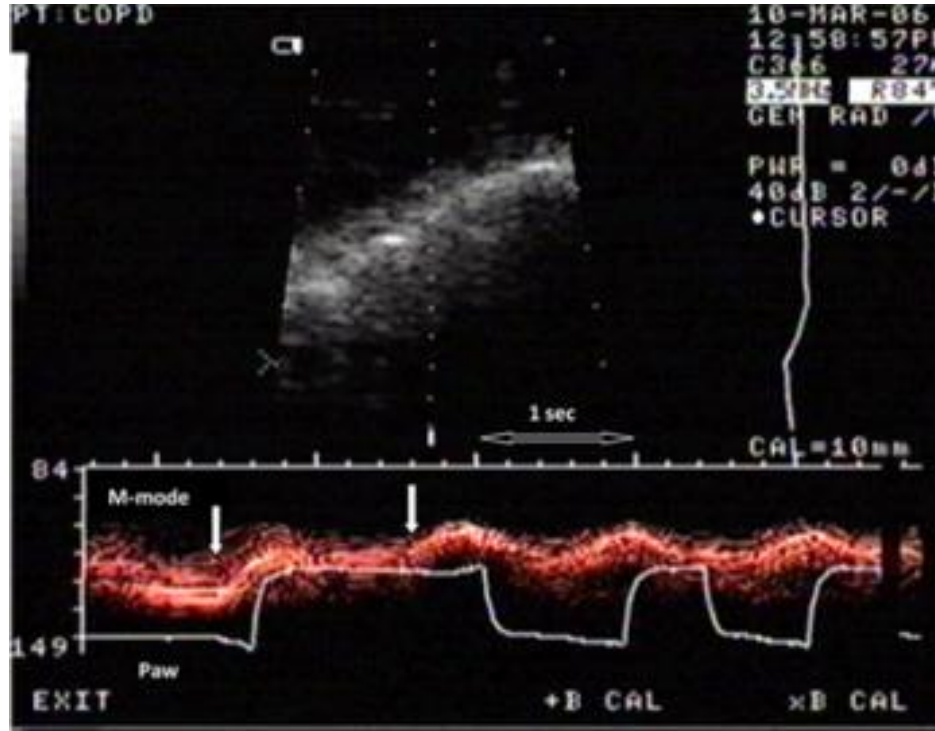
Measurement:	Mode of ventilation:		
	Spontaneous	Assisted	Controlled
Motion	+	-	-
Thickness	+	+	+
TF	+	+	-
D-RSBI	+	-	n.a.
Synchrony	n.a.	+	-

TF: tickening fraction

D-RSBI: diaphragmatic rapid shallow breathing index

+: can be used -: can't be used

Hasta ventilator uyumunu değerlendirme



Postoperatif Diyafram Disfonksiyonu

- ✓ Torakal, abdominal cerrahi sonrası gelişen diyafram disfonksiyonu
- ✓ Diyafragmatik ekskürsiyon <24 mm

Lerolle N, et al. Chest135:401–407

SONUÇ

- ✓ USG diyafram yapı ve fonksiyonlarını değerlendirmede güvenilir, kolay uygulanabilir bir yöntemdir
- ✓ Güvenirliği artırmak için teknik olarak dikkat edilecek hususları bilmek gerekir
- ✓ Diyafram zayıflığı, paralizi tanısı ve tedaviye yanıt izleminde rahatlıkla kullanılabilir
- ✓ Disfonksiyon, paralizi, ventilatör uyumu değerlendirmek için M-mod kullanılmalıdır
- ✓ Atrofi değerlendirmek için B-mod kullanılmalıdır
- ✓ Solunum yetmezliği için yapılan akciğer USG'nin bir parçası olmalıdır
- ✓ Weaning kriterleri içerisinde diyafram USG faydalı olabilir