

# Mekanik ventilasyondan ayırma (Weaning)

DR GÖKAY GÜNGÖR

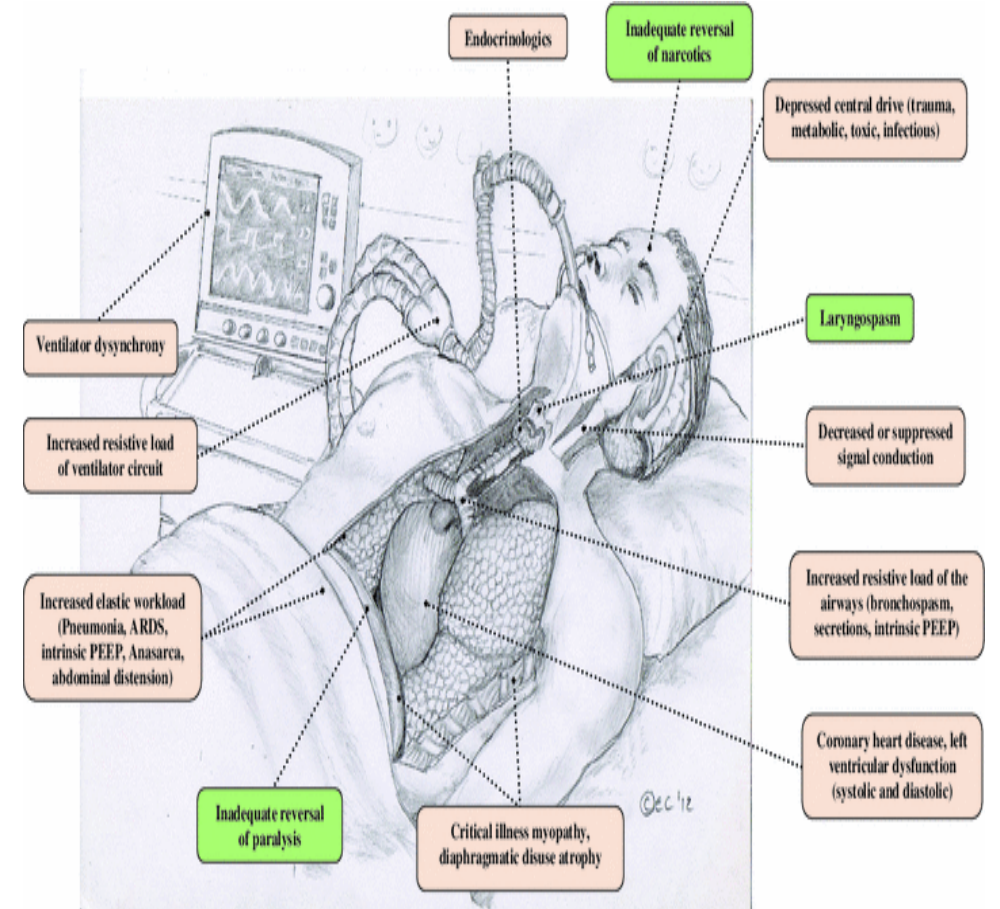
SBÜ Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Cerrahisi EAH  
Solunumsal Yoğun Bakım Kliniği

# Weaning

Mekanik ventilasyon desteğinin aşamalı olarak azaltılması ve sonlandırılması

# Weaning

- Weaning, MV süresinin %40-50'si
- %20-35 zor veya uzamış weaning
- SSD başarılı olanların %20'si ekstübasyon başarısızlığı
- Ekstübasyon başarısızlığı %30-40 mortalite



# Weaning sınıflaması

**Tablo 4. Weaning sınıflaması (25).**

Sınıflama	ICC	WIND
Grup 1	Basit weaning İlk spontan sonunum denemesinden sonra başarılı ekstübasyon	Kısa weaning 24 saat içinde mekanik ventilatörden başarılı ayrılma veya ölüm
Grup 2	Zor weaning < 7 gün < 3 Spontan solunum denemesi ile başarılı ekstübasyon	Zor weaning Bir-yedi gün içinde mekanik ventilatörden başarılı ayrılma veya ölüm
Grup 3	Uzamış weaning ≥ 7 gün ≥ 3 spontan solunum denemesi sonrası başarılı ekstübasyon	Uzamış weaning İlk denemeden yedi gün sonra ventilatörden ayrılamamış olmak Alt grup A: Sonunda MV'den ayrılma Alt grup B: MV'den ayrılamama
Grup "no weaning"		MV'den ayrılma girişimi yok

ICC: International Consensus Conference, MV: Mechanical ventilation, WIND: Weaning outcome according to a new definition.

# Weaning

- Uygun hastaları tespit ederek  
**Geç ayırmayı önlemek**

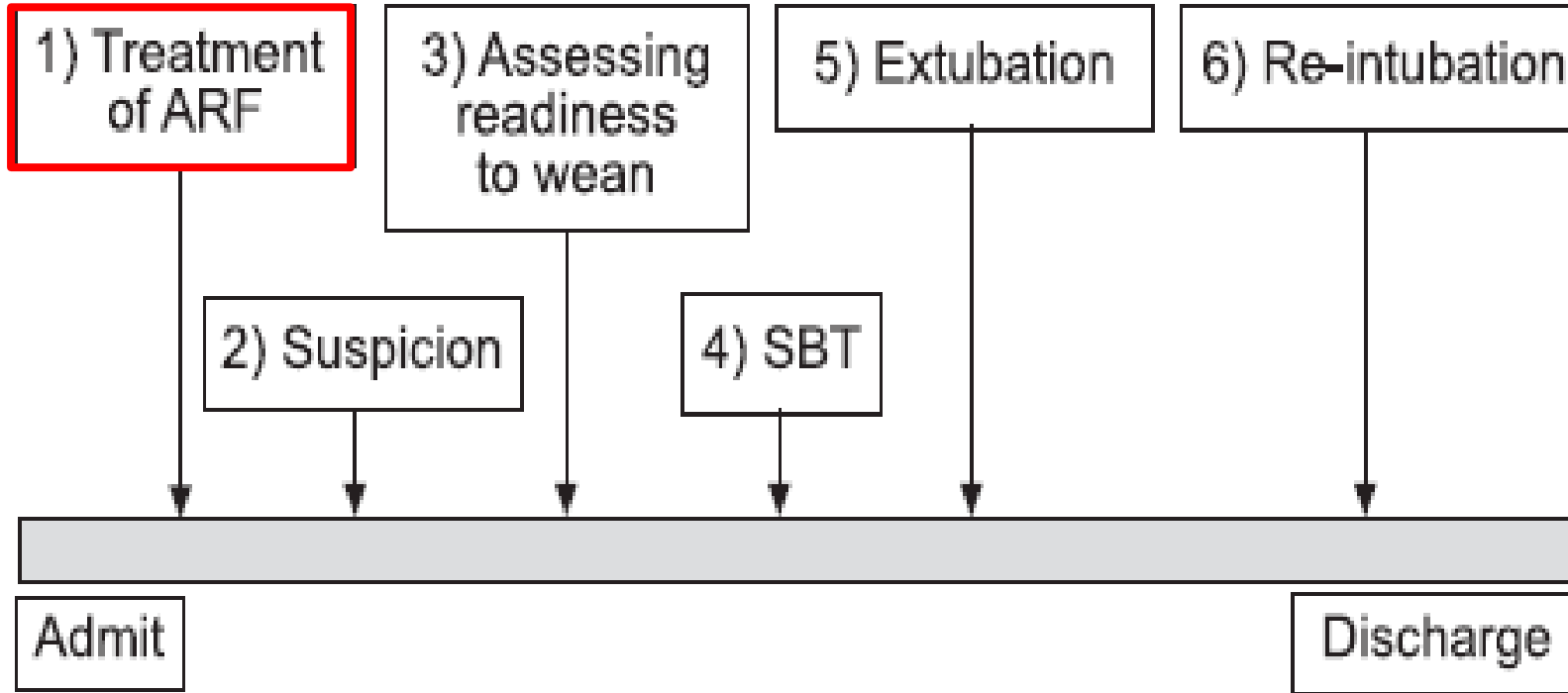


- Nazokomiyal pnömoni (Günlük %2-3 artış)
- Trakeal hasar
- Ventilatör ilişkili AC/diyafragma hasarı
- Mortalite (2 kat)
- Hastane ve yoğun bakımda kalış süresi (5-7 kat)

- Uygun olmayan hastaları tespit ederek  
**Erken ayırmayı önlemek**

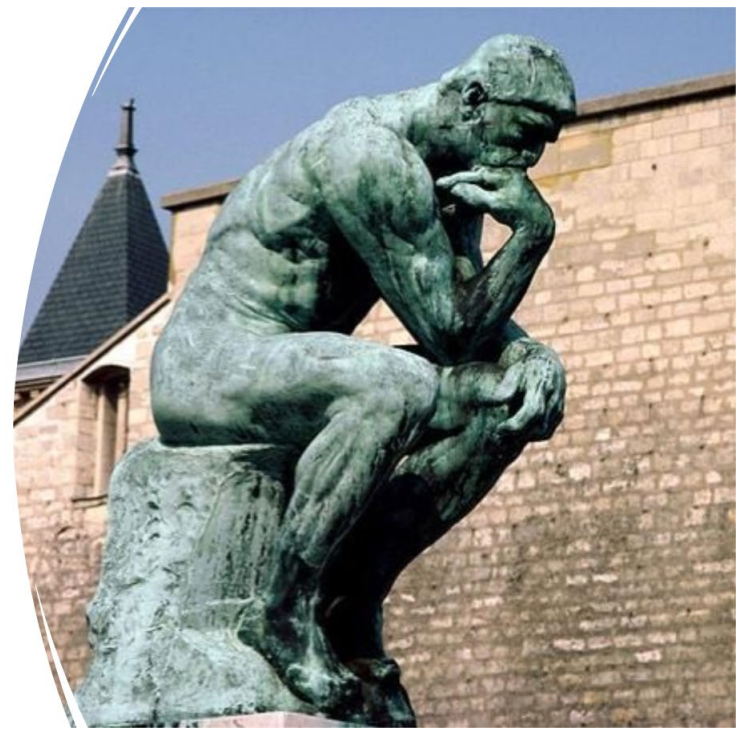


- Gaz değişiminde bozulma
  - Hipoksemi
  - Hiperkapni
- Reentübasyon ve komplikasyonları
  - Nazokomiyal pnömoni
  - Mortalite (5 kat)



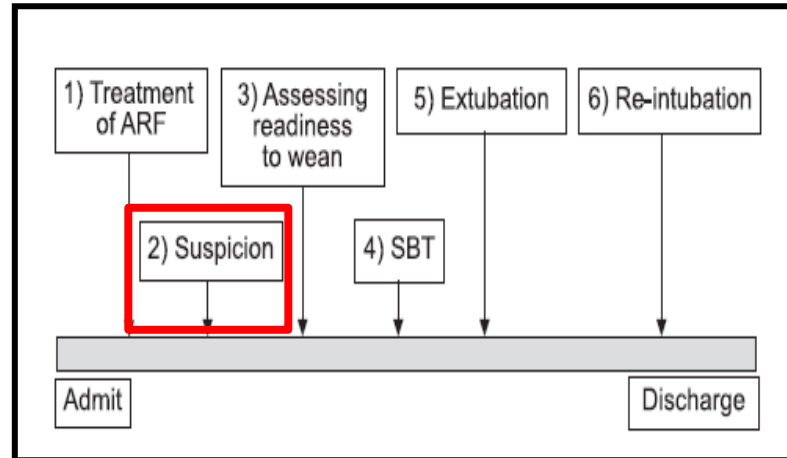
## 1. ASY tedavisi

Akut solunum yetmezliğine neden olan ve mekanik ventilasyon desteği gerektiren altta yatan hastalığın tedavi süreci



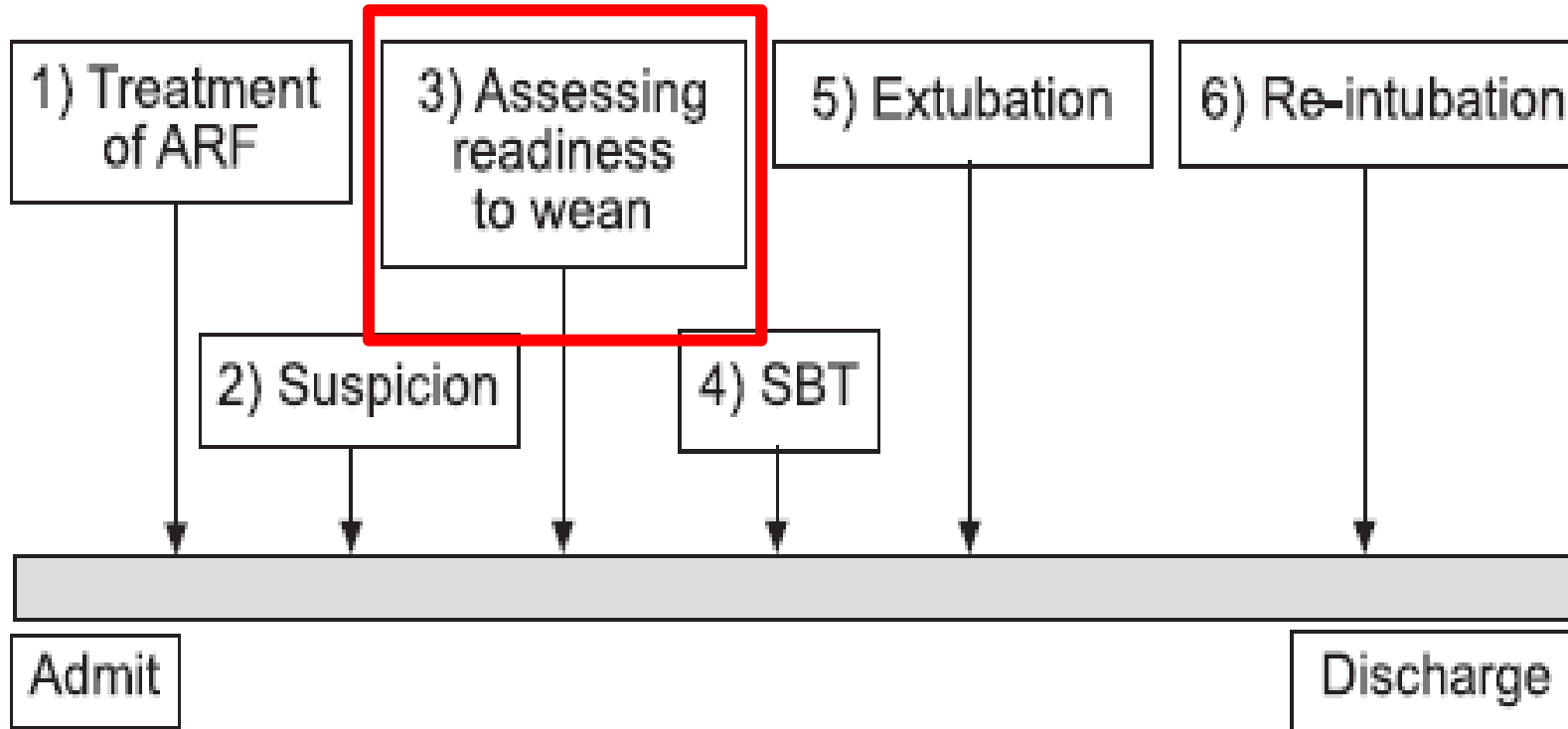
## 2. Düşünme

Klinisyenin, hastanın ventilatörden ayırma sürecine başlamaya hazır olup olmadığını düşünmesi



# Weaning olasılığını düşünme

- Hastanın MV 'den ayrılma olasılığı var mı?
- Solunum yetmezliğine neden olan sebepler ortadan kalkmış mı?
- Düzelve eğiliminde mi ?
- Hemodinami stabil mi?
- İnspirasyon eforu iyi mi ?



### 3. Değerlendirme

- Hasta klinik olarak hazır mı?
- Ventilatörden ayırma başarı olasılığını belirlemek için bazı fizyolojik parametrelerin günlük test edilmesi

# Klinik kriterler

- Bilinç açıklığı(Sedasyon almadan veya sedasyon altında kognitif fonksiyonların yeterli olması)
- Yeterli öksürük&azalmış sekresyon
- Hemodinamik stabilite (N<sub>s</sub>140/dk, SKB:90-160mmHg, düşük doz vazopressor)
- Hemoglobin  $\geq$  7g/dl
- Sıvı balansı, elektrolit dengesi
- Beslenme durumu

# Ventilasyon kriterleri

- Solunum sayısı  $>6/\text{dk}$   $<35/\text{dk}$
- $\text{pH} > 7.25$
- $\text{paCO}_2 < 50 \text{ mmHg}$
- $\text{VK} > 10 \text{ ml/kg}$
- Spontan TV  $> 5 \text{ ml/kg}$
- $\text{MV} < 10 \text{ lt/dk}$

# Oksijenizasyon kriterleri

- $FiO_2 \leq \% 50$  &  $PaO_2 \geq 60$  mmHg  $SaO_2 > \%90$
- PEEP < 5-8cmH<sub>2</sub>O
- $paO_2 / FiO_2 \geq 150$
- A-a gradiyent < 350

# Akciğer mekanikleri

- Diafragma
- İspiratuar kas disfonksiyonu



- $P_{0.1} < -6 \text{ cm H}_2\text{O}$
- MIP ölçümü  $>25 \text{ cm H}_2\text{O}$
- Diafragma USG

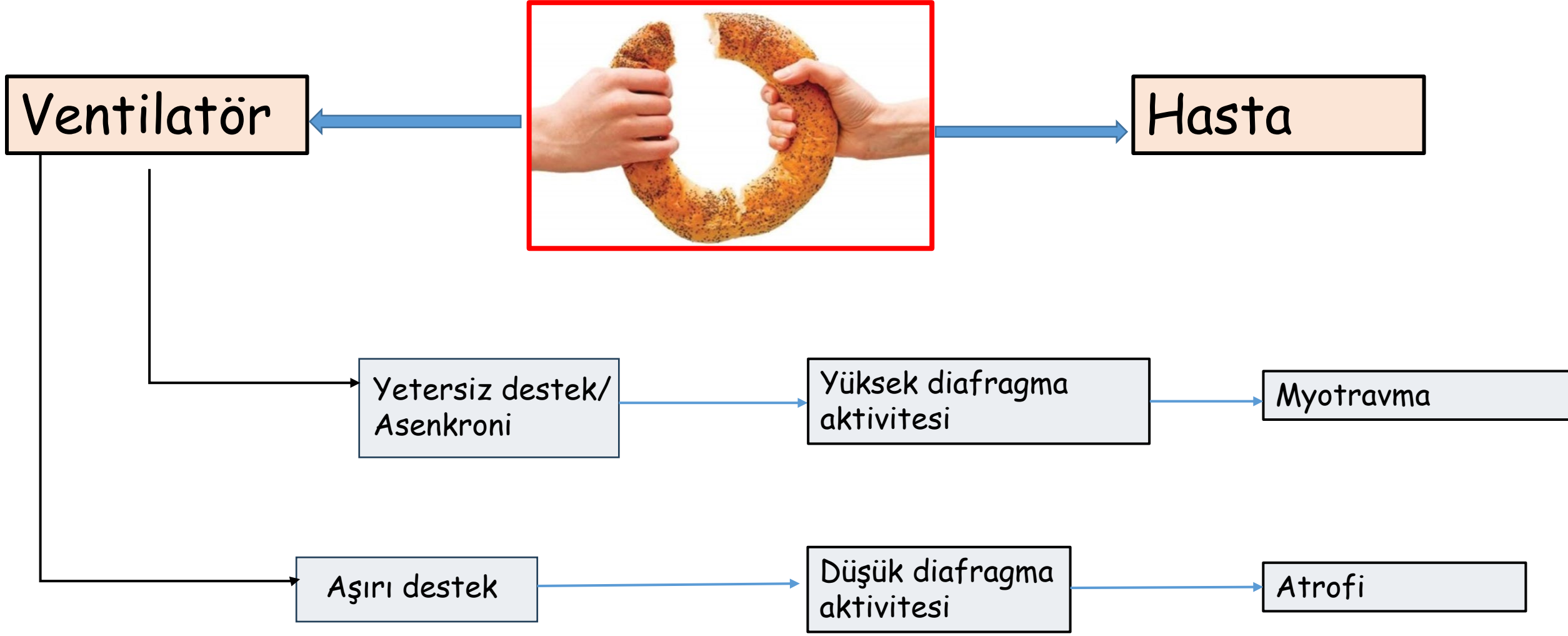
Yoğun bakımdan kazanılmış zayıflık



Kritik hastalık myopatisi

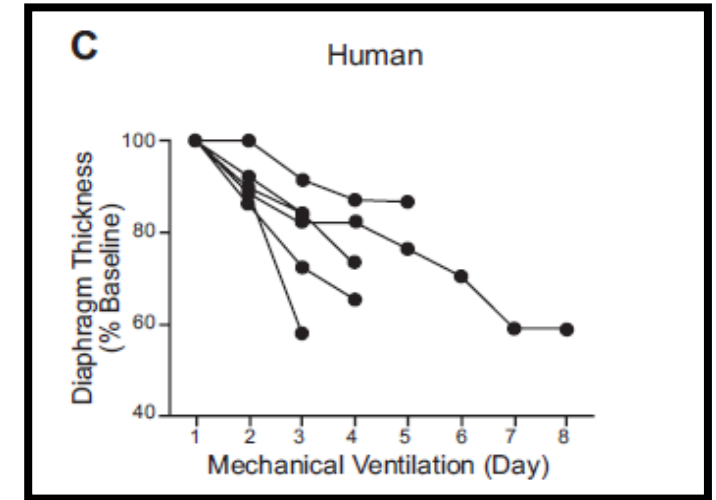


Kritik hastalık polinöropatisi



# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu

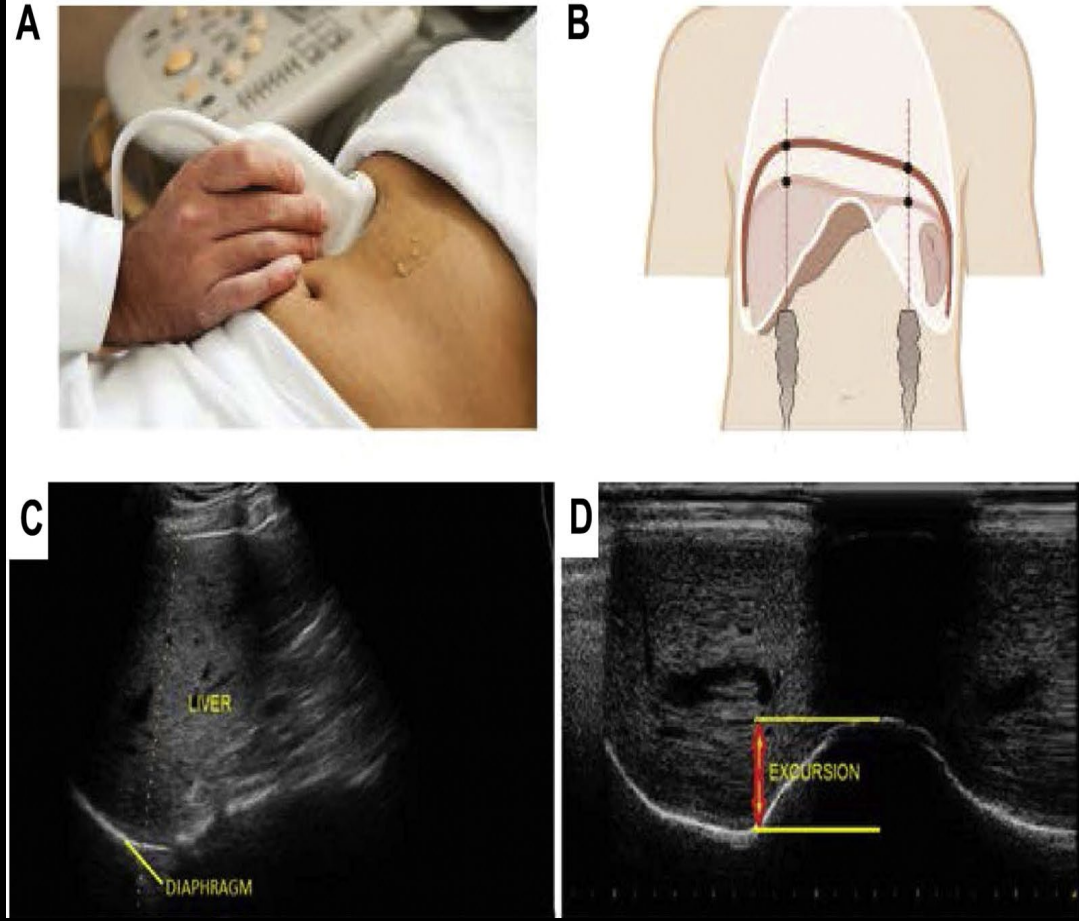
- MV uygulanan olguların %60-80'de
- Ekstremitelere kaslarına göre 2 kat↑
- MV'deki her gün %6 incelme



# Diyafragma Ultrasonografisi

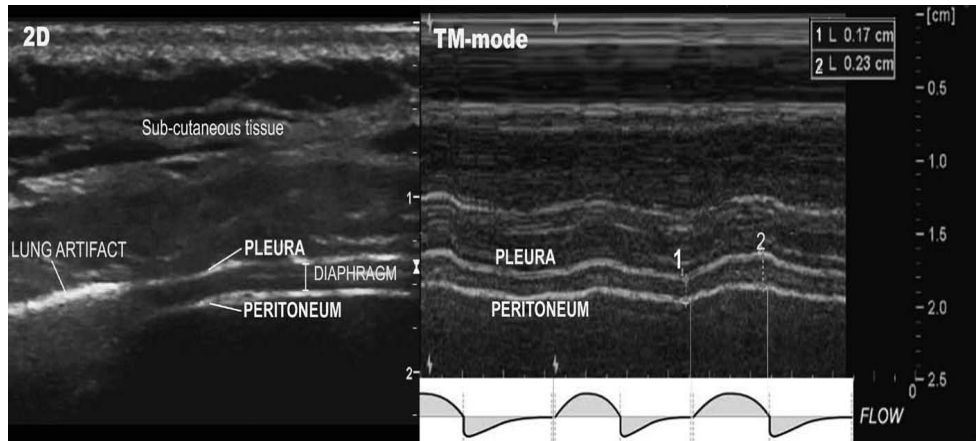
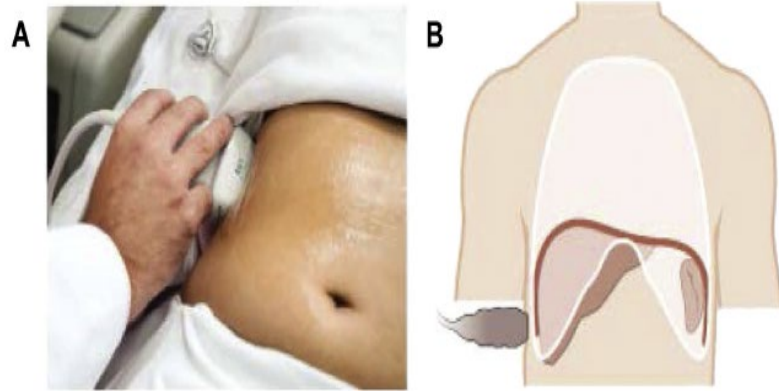
- Weaning başarısının iki diyafram sonografik belirleyicisi vardır.
- Diyaframın solunum döngüsü sırasında hareket edebildiği mesafeyi ölçen **diyafram ekskürsiyonu (DE)**
- Diyaframın kalınlığındaki değişimi yansıtan **diyafram kalınlaşma fraksiyonu (DTF)**

# Diyafragma Ultrasonografisi



- B mod
- Normal diafragmatik ekskürsiyon (solunum siklüsünde hareketi) sınırları 10-20 mm
- Erkeklerde  $\uparrow$
- DE için >10-15 mm weaning başarısı
- Solunum desteğinin yokluğunda (T parçası veya düşük PS) en doğru yöntem


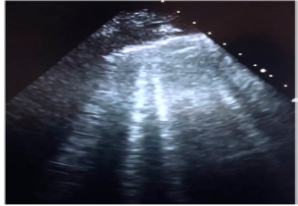
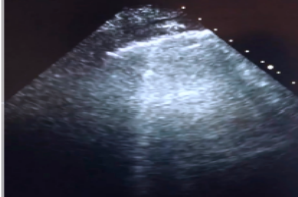

# Diyafragma Ultrasonografisi



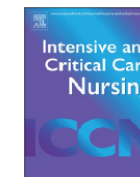
- MV'nun ilk günlerinde diyafragma kalınlığında azalma (atrofi) daha düşük weaning olasılığı <2 mm
- Kalınlaşma fraksiyonu daha etkili
- DTF için >%30-36
- **MV desteğindeki hastalarda** diyafram fonksiyonunu tahmin etmek için tercih

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

# Akciğer Ultrasonografisi


Pattern	Interpretation/Degree of Aeration	Score	
A-lines (horizontal artifacts parallel to the pleural line) or 2 or fewer B-lines.	Normally aerated lung tissue	0	
Numerous B-lines (longitudinal artifacts) are either evenly spaced (at intervals of 7 mm) or unevenly spaced or coalescent, but only within a restricted region of the intercostal space.	Moderate decrease in lung tissue aeration	1	
Numerous coalescent B-lines, in widespread areas within the intercostal spaces and noticed in one or multiple intercostal spaces.	Severe decrease in lung tissue aeration	2	
Lung consolidation	Total loss of lung tissue aeration	3	

- Akciğer parankiminin değerlendirilmesinde kritik ortamlarda en çok kullanılan skorlama sistemi Akciğer Ultrason Skoru (LUS)'dur.
- Bu skorlama sistemi, 12 bölgede (her bir hemitoraks için 6 bölge) akciğer parankiminin havalanmasına ilişkin bir skor verilmesinden oluşur; genel skor, her parankimal bölgenin değerlerinin toplamı ile verilir.
- LUS > 12 weaning başarısızlığı



## Review Article

## Diagnostic accuracy of rapid shallow breathing index based on diaphragm ultrasound predicting successful weaning from mechanical ventilation: A systematic review and meta-analysis

Dan Xie <sup>\*</sup> , Hongchun Xu, Fangjun Wang, Wen Wen, Biqiang Dong

DE-RSBI:SS/DE  
DTF-RSBI:SS/DTF

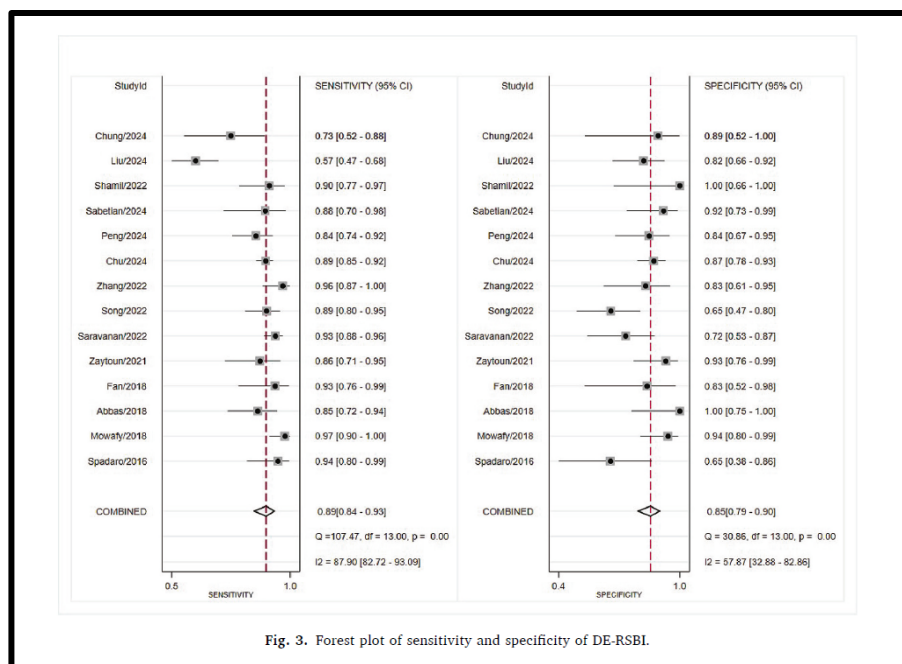


Fig. 3. Forest plot of sensitivity and specificity of DE-RSBI.

DE-RSBI Sen:0.89 Sp:0.85

Cut off
DE-RSBI > 1.3
DE-RSBI > 1.99
DE-RSBI > 1.42
DTF-RSBI > 72.6
DE-RSBI > 1.6
DE-RSBI > 1.767
> 1.41
DE-RSBI > 0.738
DTF-RSBI > 0.854
DE-RSBI > 1.38
DTF-RSBI > 78.1
DE-RSBI > 1.76
DE-RSBI > 2.151
DTF-RSBI > 0.48
DE-RSBI > 1.85
DE-RSBI > 2.275
DE-RSBI > 1.15

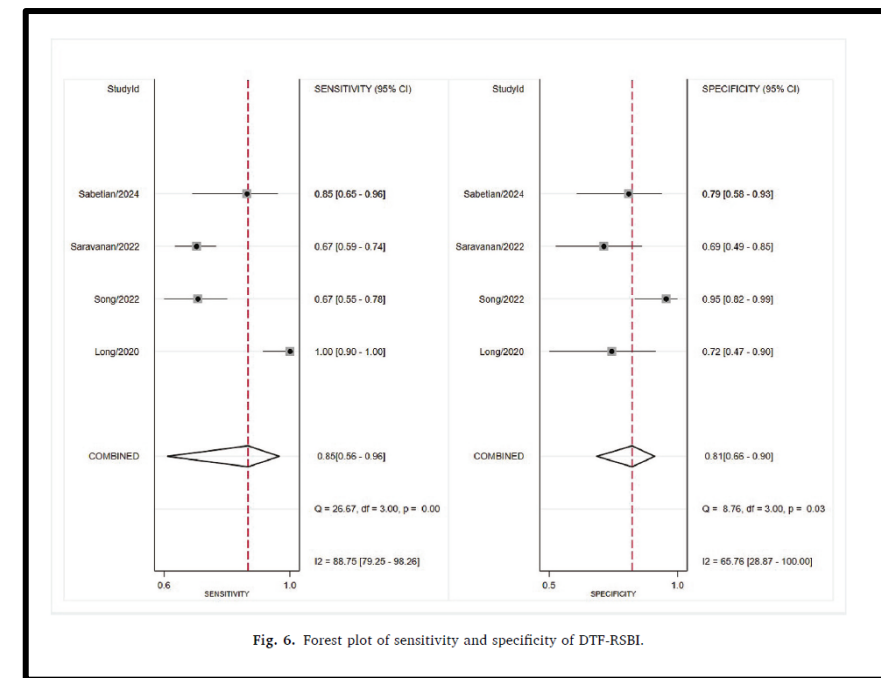


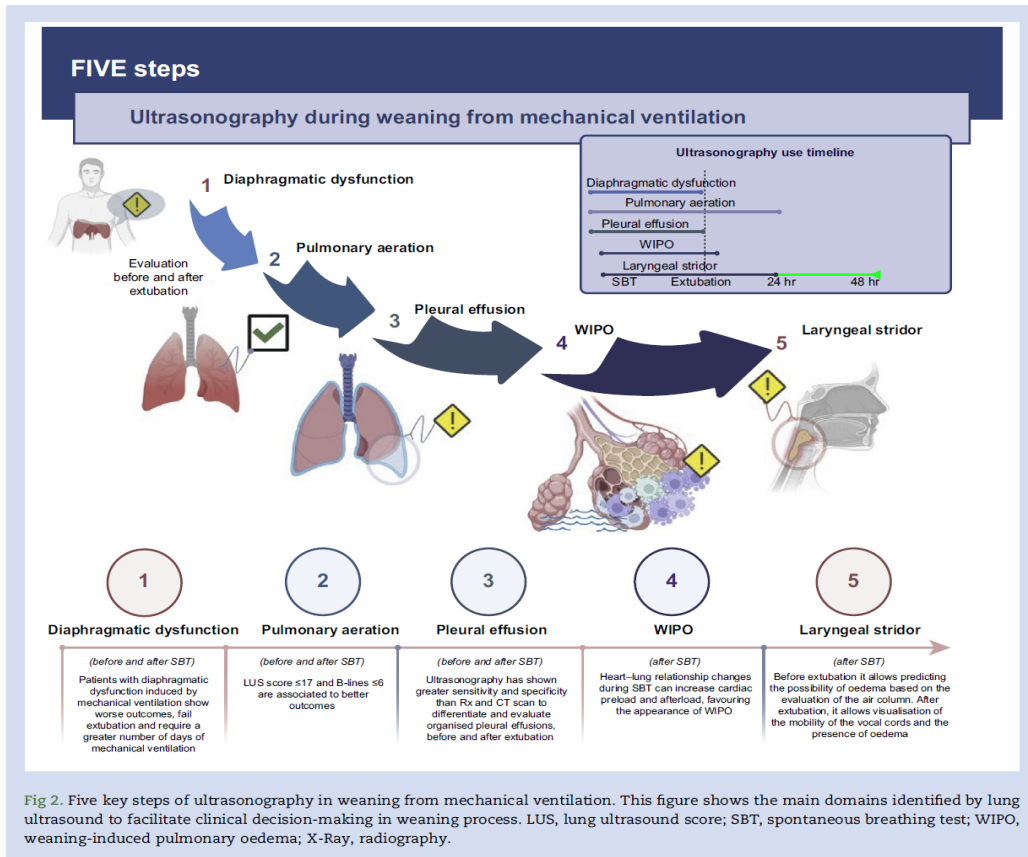
Fig. 6. Forest plot of sensitivity and specificity of DTF-RSBI.

DTF-RSBI Sen:0.85 Sp:0.81

**Conclusion: Both DE-RSBI and DTF-RSBI demonstrate strong diagnostic accuracy in predicting successful weaning**

## Weaning failure from mechanical ventilation: a scoping review of the utility of ultrasonography in the weaning process

Patrick Sepúlveda<sup>1,2</sup>, Adrián Gallardo<sup>2,3,4</sup>, Ricardo Arriagada<sup>2,5,6</sup>, Bruno Souza<sup>7</sup>, Nicolò Patroniti<sup>8,9</sup> and Denise Battaglini<sup>8,9,\*</sup>

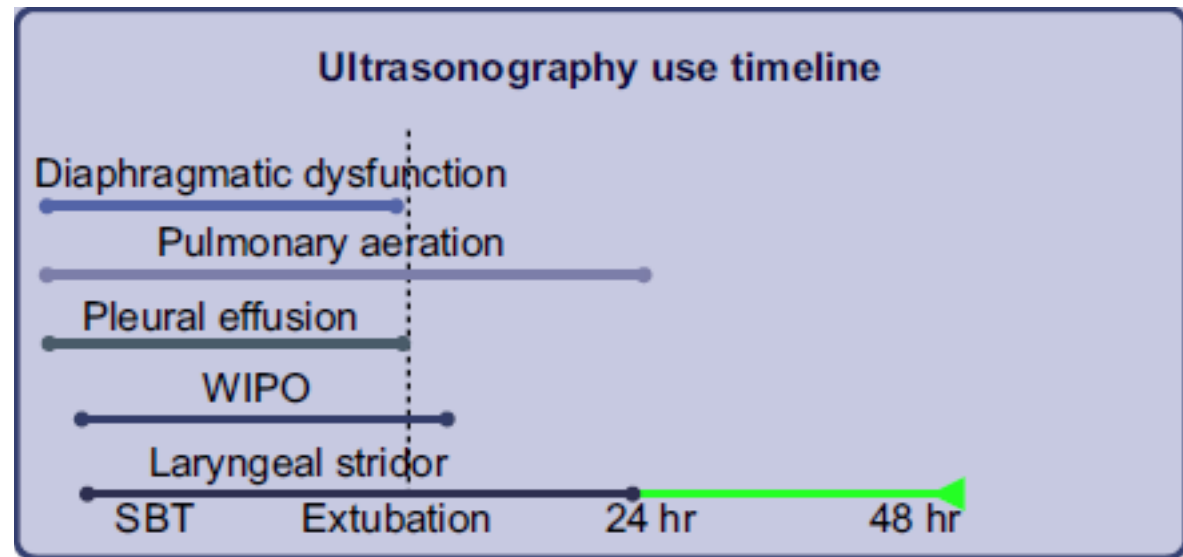


### Diaphragmatic dysfunction

- Diaphragmatic excursion (DE)
- Diaphragm thickening fraction (DTF)
- Diaphragmatic-RSBI (D-RSBI)
- Ratio between ventilatory frequency (VF) and diaphragmatic displacement (DD)

sensitivity; 91% sensitivity to identify failed SBT owing to WIPO

- DE:  $\leq 1.1$  cm
- DTF:  $< 20\%$
- DE-RSBI  $> 1.38$  bpm  $\text{mm}^{-1}$
- DTF-RSBI  $> 78.1$  bpm  $\%^{-1}$
- VF/DD ratio: sensitivity 87.5%, specificity 92.31
- VF/DTF  $\leq 0.81$ : sensitivity 87.7%, specificity 75% (AUROC 0.762)





# Diagnostic accuracy of tests for assessing readiness for liberation from mechanical ventilation in adults: an overview of reviews

**Table 1** Accuracy of tests evaluating readiness for liberation from mechanical ventilation in the adult population

Index test	Diagnostic estimates (95% CI)		Quality of the evidence (GRADE)
	Sensitivity	Specificity	
Cuff leak test [18]	0.66 (0.46–0.81)	0.88 (0.83–0.92)	⊕○○○ Very low
Cough peak flow [24]	0.76 (0.72–0.80)	0.75 (0.69–0.81)	⊕⊕○○ Low
Semiquantitative cough strength score [24]	0.53 (0.41–0.64)	0.83 (0.74–0.89)	⊕○○○ Very low
Airway occlusion pressure at 100 ms [17]	0.86 (0.72–0.94)	0.58 (0.37–0.76)	⊕○○○ Very low
Rapid shallow breathing index [8]	0.60 (0.59–0.61)	0.68 (0.66–0.70)	⊕○○○ Very low
Maximal Inspiratory Pressure [20]	0.60 (0.44–0.74)	0.78 (0.68–0.85)	⊕○○○ Very low
Lung ultrasound [21]	0.94 (0.59–0.99)	0.87 (0.62–0.97)	⊕○○○ Very low
Diaphragmatic excursion [20]	0.74 (0.68–0.80)	0.80 (0.75–0.84)	⊕○○○ Very low
Diaphragmatic thickening fraction [20]	0.73 (0.65–0.80)	0.84 (0.77–0.89)	⊕○○○ Very low
Diaphragmatic rapid shallow breathing index [19]	0.84 (0.76–0.90)	0.87 (0.79–0.92)	⊕⊕○○ Low
Diaphragmatic thickening fraction shallow breathing index [25]	0.85 (0.79–0.98)	0.65 (0.28–1.00)	⊕⊕○○ Low
End-expiratory diaphragm thickness [20]	0.69 (0.50–0.83)	0.59 (0.32–0.82)	⊕⊕○○ Low
End-inspiratory diaphragm thickness [20]	0.89 (0.59–0.98)	0.40 (0.05–0.90)	⊕○○○ Very low
Decrease in venous oxygen saturation [23]	0.83 (0.74–0.90)	0.88 (0.83–0.92)	⊕⊕○○ Low
Change in Brain Natriuretic Peptide [22]	0.88 (0.83–0.92)	0.82 (0.73–0.89)	⊕⊕○○ Low

GRADE Working Group grades of evidence

High quality: Further research is very unlikely to change our confidence in the estimate of effect

Moderate quality: Further research is likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and may change the estimate

Low quality: Further research is very likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and is likely to change the estimate

Very low quality: We are very uncertain about the estimate

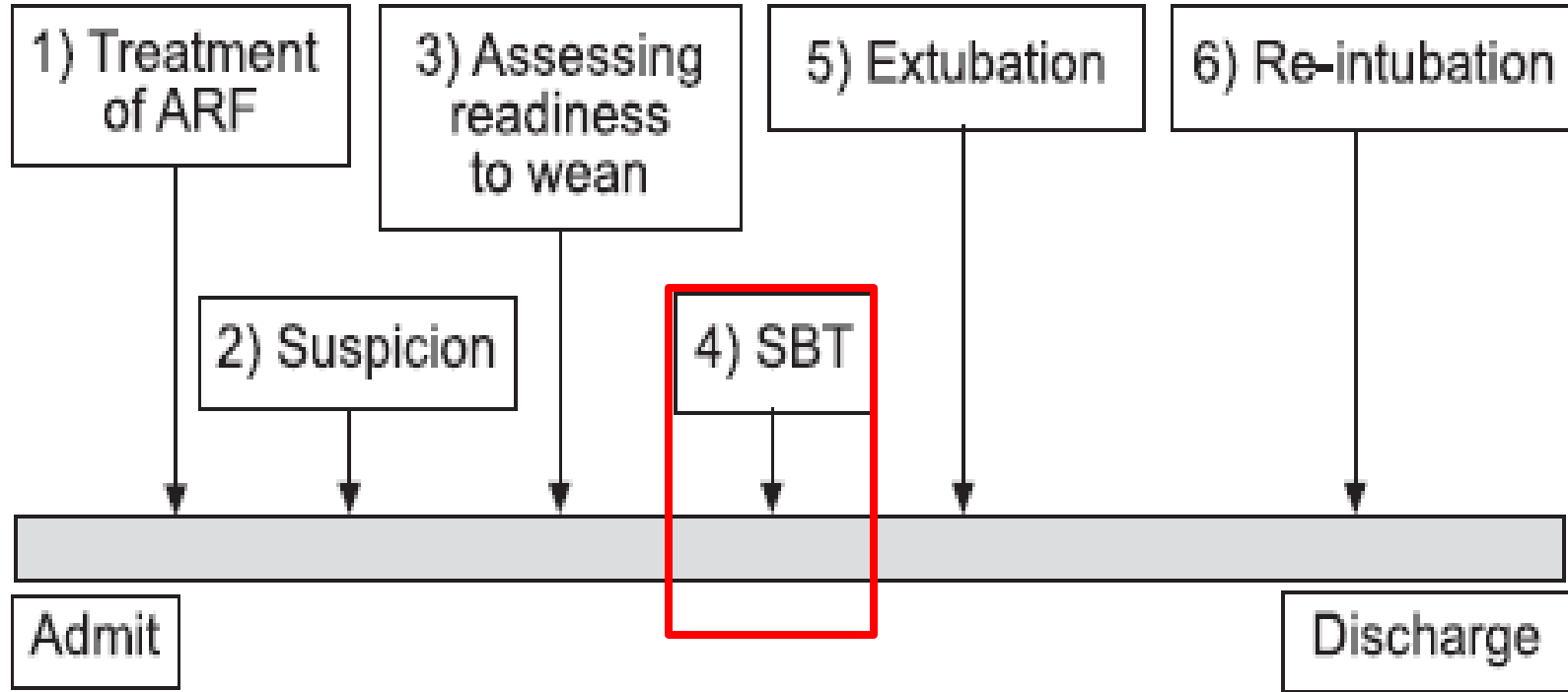
# Weaning için kullanılan skorlamalar

**Table 1 Summary of the various prediction scores to predict weaning failure**

Scoring method	Interpretation	Uses	Limitations
1 Morganroth scale	Score of < 55 predicts successful weaning	Applied to patients requiring short-term and long-term mechanical ventilation	Limited data
2 RSBI	Score of < 105 predicts successful weaning	Easy to calculate	Can be confounded by multiple patient factors
3 CROP index	Score of > 13 mL/breath/min predicts successful weaning	Includes respiratory and ventilator parameters	Cannot be used in neuro patients
4 Gluck and Corgian score	Score of < 3 predicts successful weaning	Simple bedside measurement	Not validated in large studies
5 BWAP	Score of > 50 predicts successful weaning	Comprehensive weaning checklist	Limited data
6 Modified Burns Wean Assessment Program	Score of > 60 predicts successful weaning	Useful for long-term mechanical ventilation	Limited data
7 Persian weaning tool	Score of > 50 suggests readiness to wean	Similar to BWAP	Limited data
8 HACOR scoring	Score of > 5 predicts weaning failure	Easy bedside tool	Limited data
9 WEANS NOW	Score of 1 or more predicts weaning failure	Multiple parameters included	Complex
10 ExPreS	Score of > 59 has a high probability of extubation success	Simple tool, shown to reduce extubation failure rates	Not validated in large studies

# Hızlı yüzeyel solunum indeksi

- Solunum hızı / TV (tidal volüm) ( $f/TV$ )
- En çok çalışılan ve en yaygın kullanılan
- **RSBI < 105**
  - Sensitivite %97 Spesifite %64
  - Pozitif prediktif değer %78 Negatif prediktif değer %95
  - $f/VT > 105$  %95 ihtimalle weaning başarısız olur
  - $f/VT < 105$  %78 ihtimalle başarılı
- **Weaning başarısından ziyade başarısızlığın tahmininde kullanılır**
- PSV/CPAP ile SSD yapılan hastada daha düşük tutulması öneriliyor (<75)



#### 4. Spontan solunum denemesi (SSD)

Spontan solunum denemeleri ile hastanın solunumunu idame ettirebilme yeteneđi test edilir

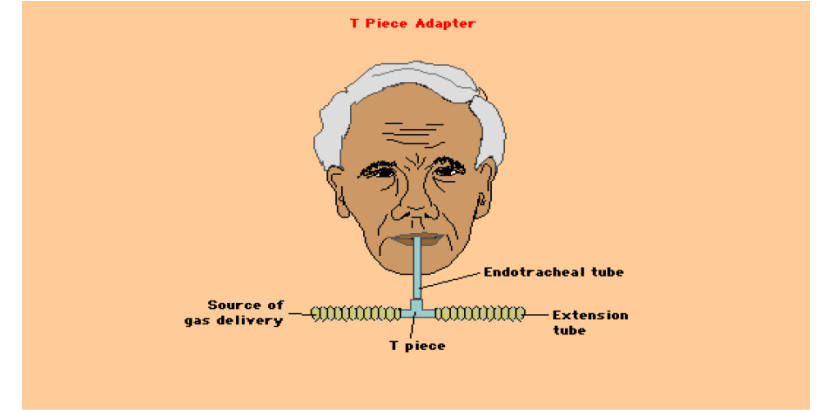
Spontan solunum denemesi nasıl test edilecek?

# Spontan solunum denemesi

- T tüp
- PSV
- CPAP
- SIMV
- Otomatize modlar: ATC, PAV, ASV, Smartcare vs (etkili ama her cihazla uygulanabilirliği, personel tecrübesi, sensör güvenilirliği??)

# T-tüp ile spontan solunum denemesi

- En eski yöntemdir ve yakın takip gerektirir.
- T parçası üzerinde bir tarafta nemlendirici rezervuar diğer tarafta oksijen girişi
- Öncesinde işlem hastaya anlatılmalı
- **Süre 30 dk/2 saat arasında fark yok.**
- ETT yarattığı direnç önemli sorun.



# PSV ile spontan solunum denemesi

- Basınç destekli ventilasyon (PSV).
- Solunum hızının derinliği ve zamanı hasta tarafından kontrol edilir.
- Ekstübasyondan önce belirlenebilecek standart bir basınç yoktur
- Entubasyon tüpü ve ventilatör devresinin direncini karşılayacak basınç .
- Sıklıkla Pressure support kademeli düşölüp 5-8 cmH<sub>2</sub>O olarak ayarlanır.

# Hangi SSD metodu

- Küçük çaplı ETT olanlarda ATC veya PSV ile SSD seçilebilir
- T-tüp dışındakiler tercih edildiğinde ventilatörün monitör sistemi ve alarmları kullanılabilir
- Kolay ve zor weaningli hastalarda PSV, Uzamış weaningli hastalarda T-tüp denemesi başarısızlığı tahmin etmede daha üstün bulunmuş
- SSD'yi başarıyla geçen hastalar için, ekstübasyondan önce önceki ventilasyon ayarlarına devam edilerek hastayı "dinlendirmek" gerekli değildir.
- T parçası üzerinde SSD yapılıyorsa ekstübasyon öncesinde "dinlenme"nin bir rolü olabilir

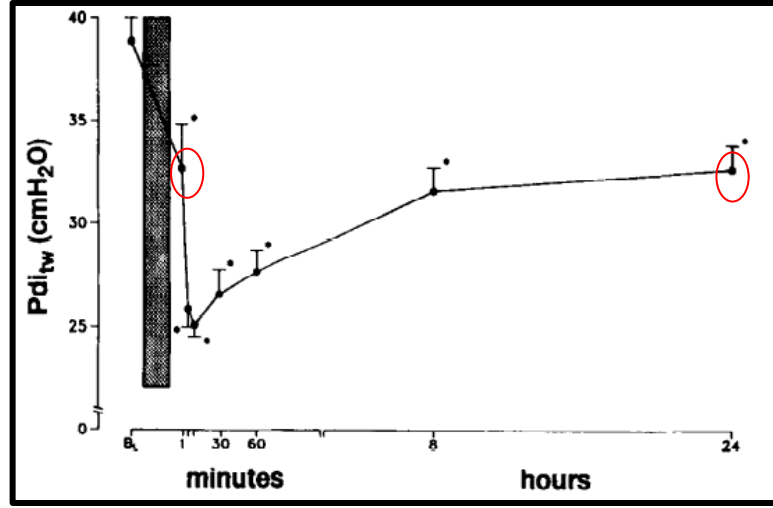
# SSD denemesinde başarısızlık

## Objektif kriterler

- Takipne(SS>35/dk,  $\geq$ %50 $\uparrow$ )
- Taşikardi (N>140/dk,  $\geq$ %20 $\uparrow$ )
- Hipertansiyon(SB>180mmHg)
- Hipotansiyon(SB<90mmHg)
- Hipoksemi( $\leq$ 50mmHg, FiO<sub>2</sub> $\geq$ %50)
- Asidoz (pH<7.32,  $\geq$ 0.07 azalma)
- Aritmi

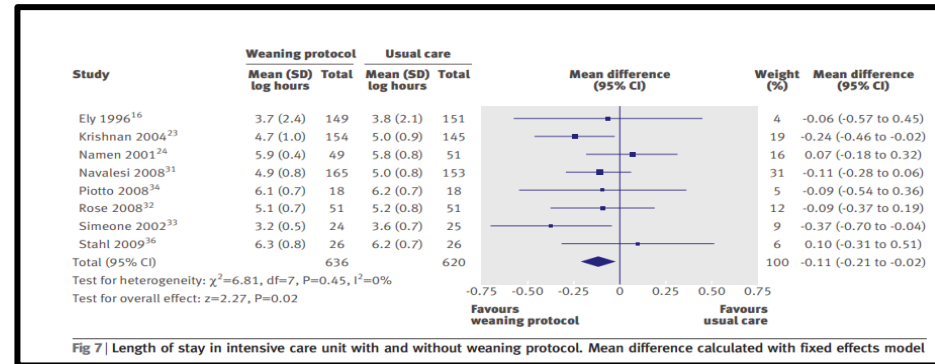
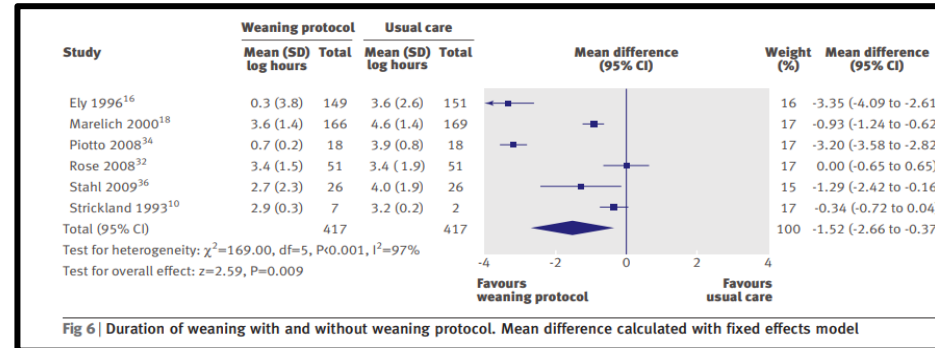
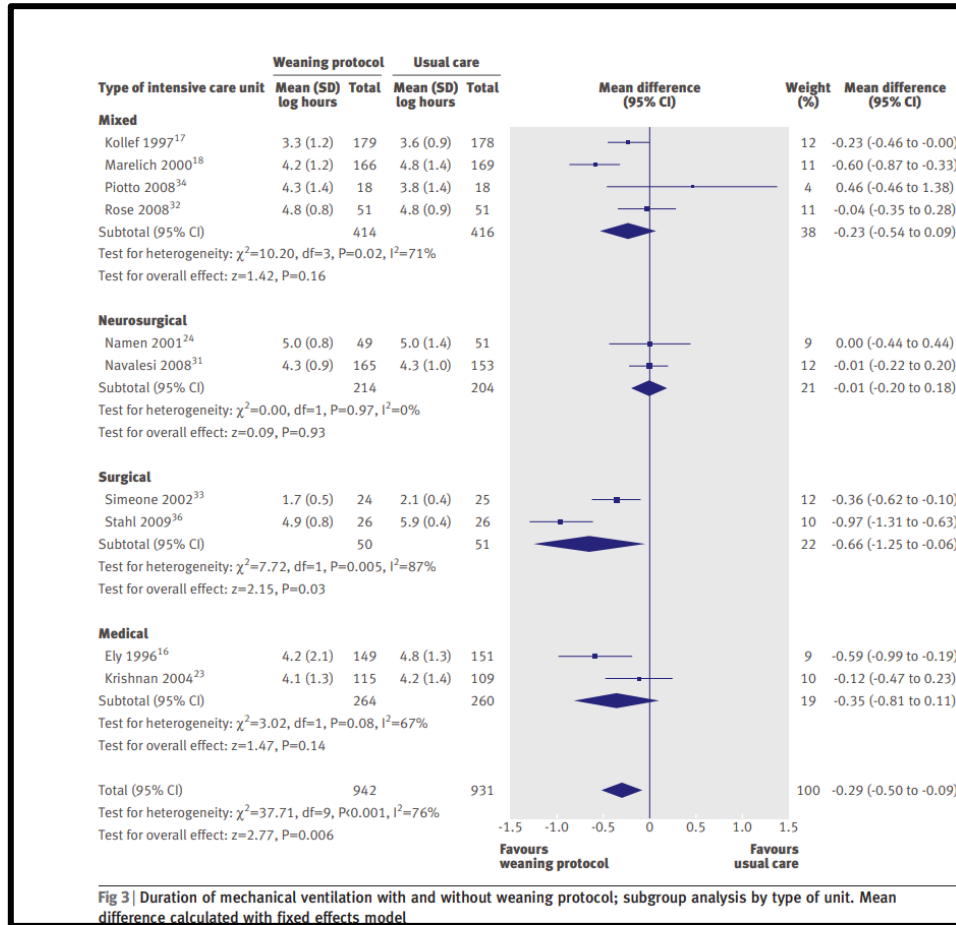
## Subjektif kriterler

- Ajitasyon
- Bilinç değişikliği
- Terleme
- Solunum eforunda artma



Spontan solunum denemesinde **başarısız olan hastalar 24 saat sonra tekrar** spontan solunum denemesi yapılmak üzere mekanik ventilatöre bağlanır

# Protokollü weaning



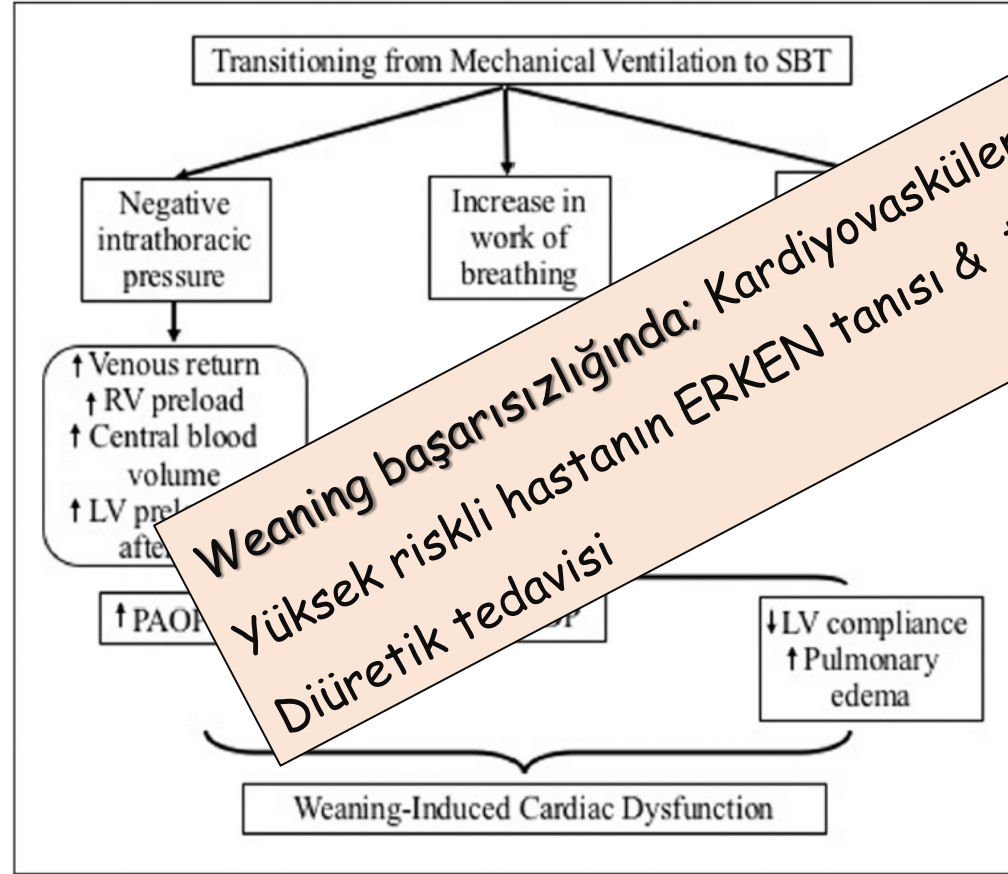
Mekanik ventilasyon süresini %25, weaning süresini %78 ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresini %10 azaltabilir.

# SSD başarısız hastaya yaklaşım

	Resistance	Airway / lung Compliance	Gas exchange	Delirium	Brain Other cognitive dysfunction	Cardiac	Diaphragm	Endocrine Endocrine	Metabolic
Assessment	Flow-time loops, inspiratory occlusion	inspiratory /expiratory occlusion	(A-a)D, O <sub>2</sub>	CAM-ICU	Screening: depression, anxiety, sleep pattern	12 lead ECG before at end SBT Sv <sub>02</sub> before / at end SBT	Pi, max	Serial physical examination (other neuromusc disorders)	Electrolytes Blood gas Indirect calorimetry
Intervention	albuterol, steroids  Repeat loops, inspiratory occlusion  PEEPi: Modify EIC in PSV bronchodilators		Radiology: Pleural fluid Atelectasis Ascites  Diuretics Physiotherapy	Reorientation Mobilization Haloperidol	Anxiolytics Behavioral therapy Reduce noise / light during sleep	Echocardiography before & after SBT  Afterload reduction Inotropes  If ischemia: betablocker optimize hemoglobin	Early mobilization	Early mobilization	Provide adequate energy intake
Advanced assessment	Diagnostic bronchoscopy during SBT				Neuropsychologist: depression, anxiety,	Pulmonary artery catheter	Diaphragm fluoroscopy / echography  P <sub>0,1</sub>	Examination by neurologist EMG, nerve conduction velocity	Plasma cortisol before / after 250 umol ACTH  Plasma thyroid hormone
Advanced intervention			Thoracosentesis			Afterload reduction Inotropes	Reduce analgetics/ hypnotics		Cortisol iv Thyroid hormone
Rescue assessment			Contrast echocardiography: intracardial shunt			BNP	Phrenic nerve conduction velocity Transdiaphragmatic pressure using gastric and esophageal balloon Diaphragm EMG	Muscle biopsy	
Rescue intervention				Dexmedetomidine		Levosimendan Bosentan	Antioxidants (vitamin C and E) Inspiratory muscle training		

Figure 1. Framework for the evaluation of difficult-to-wean patients. For each patient, diagnostics as described in the white box should be performed to assess the reasons(s) for difficult

# SSD başarısız hastaya yaklaşım



Weaning başarısızlığında; Kardiyovasküler disfonksiyon önemli sebeplerden  
Yüksek riskli hastanın ERKEN tanısı & tedavisi  
Diüretik tedavisi

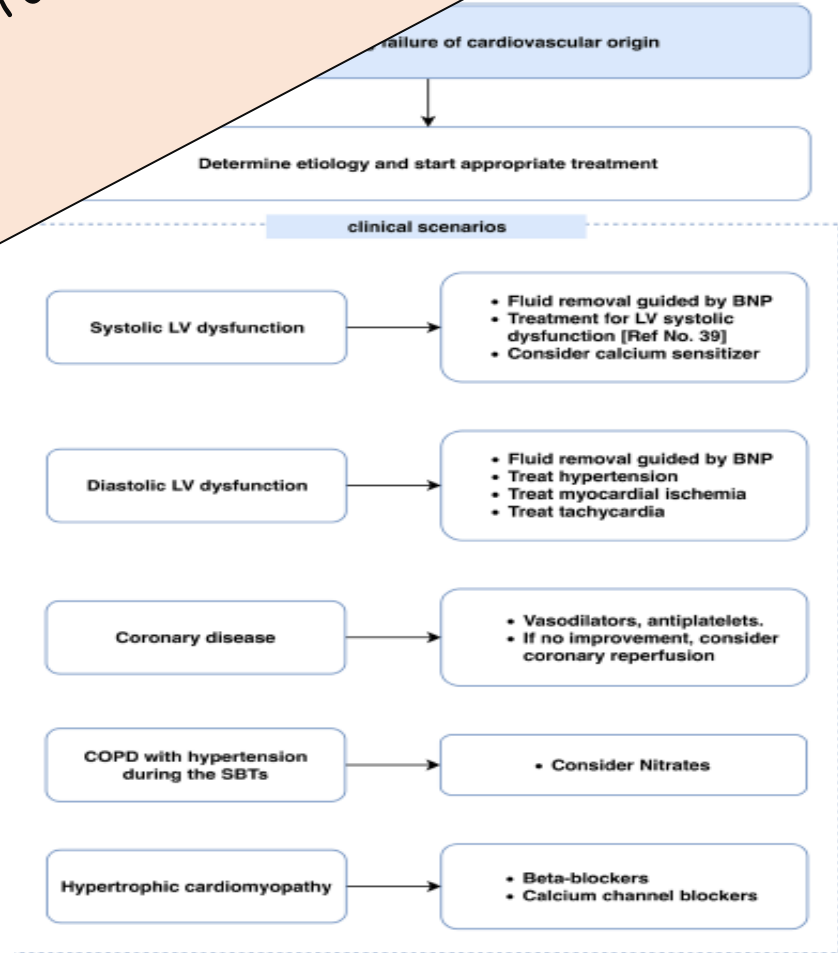
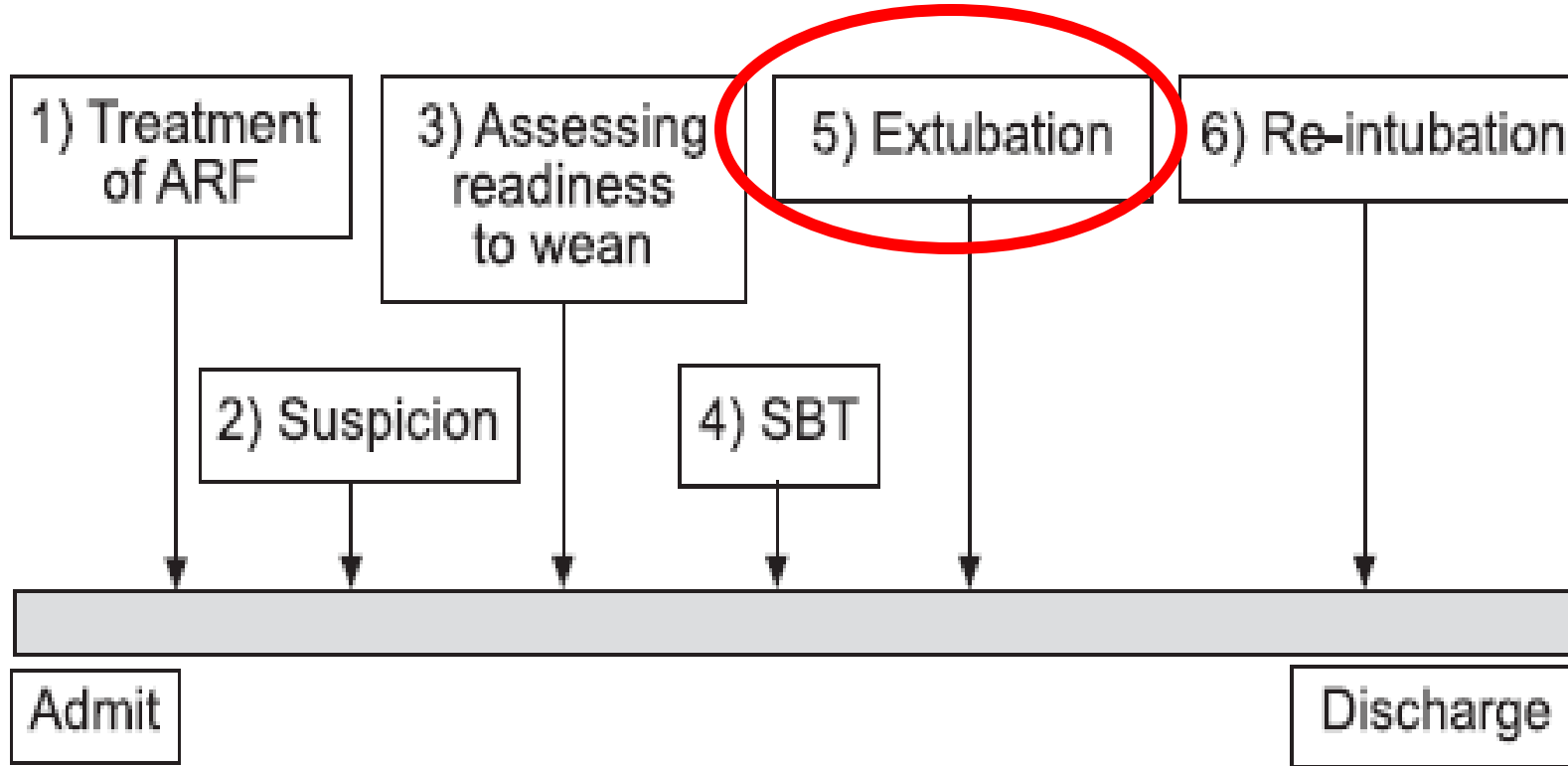


Figure 2.  
Hemodynamic and cardiopulmonary interactions during SBT.



## 5.Ekstübasyon

Endotrakeal tüpün çıkarılarak

hastanın spontan solunuma alınması

# Hava yolunu koruyabilme

- **Mental Durum**

- Sedasyon yok veya
- Sedasyon ile yeterli mental durum veya
- Stabil durumda nöroloji hastası

- **Yeterli öksürük gücü**

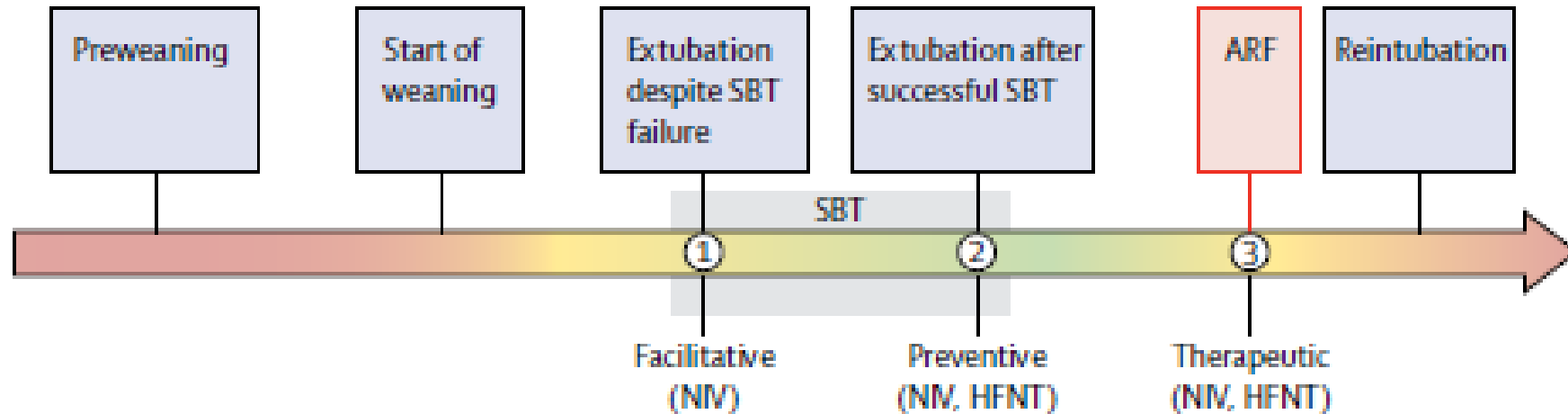
- Öksürük zirve akımı:** ETT ucuna bir peak flowmetre adapte edilerek hasta öksürtülür. 3 kez tekrarlanır. En iyi değer  $\leq 60\text{L/dak}$  ise ekstübasyon başarısızlığı riski **4 kat fazladır**

# Ekstübasyon

- Gündüz ekip sayısı yeterliyken yap
- Kaf kaçak testi(Uzamış, travmatik entübasyon, yüksek kaf basıncı, ETT'ün kötü fiksasyonu, aşırı hareketli ETT)
- Hastayı dik pozisyona al
- ETT içini ve ağız içini aspire et
- Kafı indirip ETT ü tek hamlede yavaş bir şekilde çıkar .
- Ağız içini tekrar aspire et.
- Yüz maskesi ile oksijen ver.

# Ekstübasyon sonrası ventilatör desteği

- Kolaylaştırıcı
- Önleyici
- Tedavi edici



# Weaning'de NIMV vs HFNC

Indication	Risk Class	NIV	HFNC
To facilitate extubation	—	✓ if hypercapnic	✗
To prevent PERF	high-risk	✓	✗*
	non-high-risk	✗	✓
To treat PERF	—	✗	—
To prevent/treat ARF in post-operative	high-risk of PPCs	✓	✓
	low-risk of PPCs	✗	✓

## RİSKLİ HASTA

- >65 y
- KOAH
- KKY varlığı
- SSD denemesinde hiperkapni

Yüksek riskli hastalarda ekstübasyon sonrası SY gelişimini önlemek için HFO+NIV'un kombine kullanımı önerilmektedir

# AI ve Weaning

Development of  
Timing Predict  
Ventilati

for the Optimal  
from Mechanical

Tutarsız veri girişi

Eksik değerler

Düzenli olarak güncellenme gerekliliği

Veri gizliliğinin ihlal olasılığı

Tahminin nasıl yapıldığına dair ???

Yanlış sonuçlar

AI Model Ba

Predictive Performance of Invasive Mechanical Ventilation

Weaning: Prospective Cohort Study

# Eve mesajlar

- Ventilatörden ayırma süreci entübasyonla birlikte başlamalı
- Günlük değerlendirilmeler yapılmalı
- Weaning için protokollerinin olması avantaj sağlayabilir
- Diafragma ve AC USG giderek önem kazanmakta
- SSD'de PSV
- SSD 30 dk yeterli/24 saatten önce tekrarlama
- Weaning başarısızlığı riski olanlarda HFO ve NIV eşliğinde weaning teşvik edilmeli
- AI umut vaad etmekte