

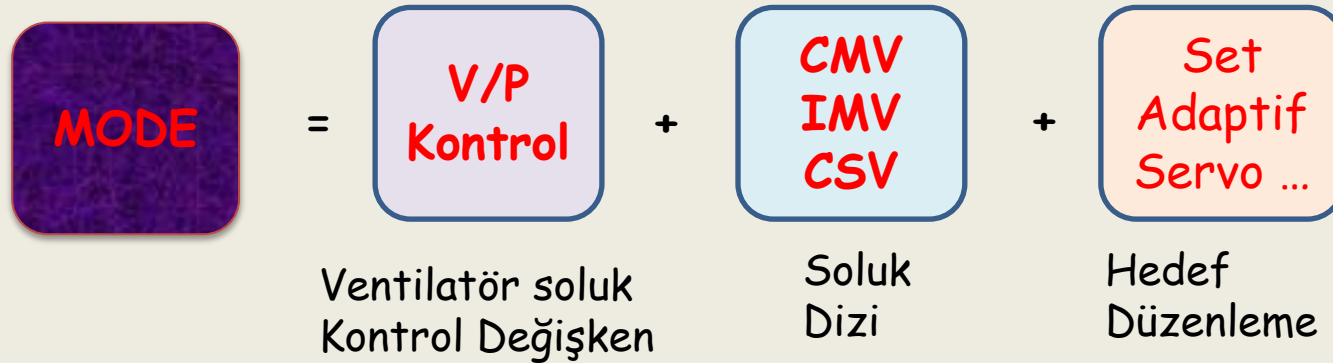
Yeni Mekanik Ventilasyon Modlarını Ne Zaman Kullanıyorum

Mustafa K. BAYAR
AÜTF Anesteziyoloji AD
Yoğun Bakım BD

Mekanik Ventilasyon Modları

İdeal ventilatör !!!!!

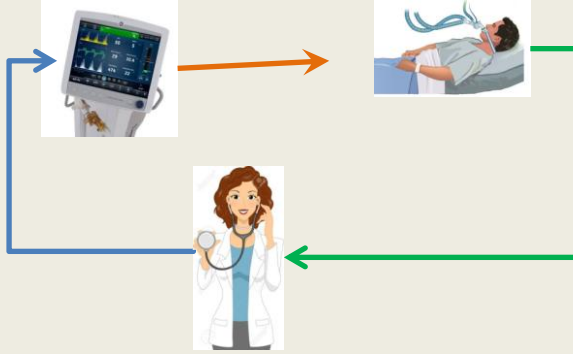
- ✓ Spontan solunum ile senkronize
- ✓ ↓ Paw → Yeterli - Sabit VT, VE sağlaması
- ✓ Akciğer mekanikleri / hasta gereksinimine hızlı yanıt vermesi
- ✓ En düşük WOB ile solunum desteği gerçekleştirilmesi



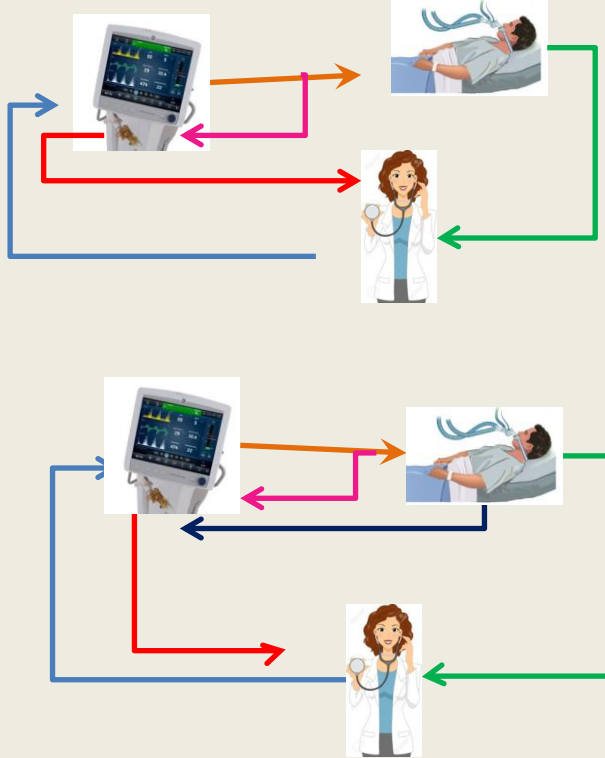
Solunum	Tetikleme: İnsپ başlaması - Ventilatör (T) - Hasta (P/F)	Sınırlama: İnsپ verilışı - F sınırlı ve değişken P - P sınırlı ve değişken V/F	Döngü: İnsپ sonlanması - Ventilatör (V/P/T) - Hasta (F)
Zorunlu	Ventilatör (T)	Ventilatör (P/F)	Ventilatör (V/F/T)
Asiste	Hasta (P/F/V)	Ventilatör (P/F)	Ventilatör (V/F/T)
Spontan	Hasta (P/F/V)	Ventilatör (P/F)	Hasta
Destekli	Hasta (P/F/V)	Ventilatör (P/F)	Hasta

Mekanik Ventilasyon

CMV
ACV
PCV
SIMV
PS



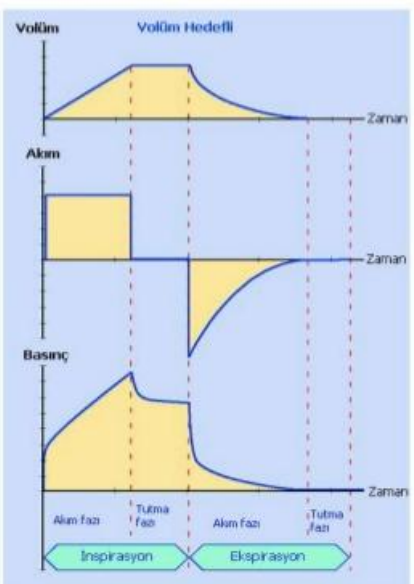
VS-a
VAPS-d
PRVC-a
PAV-r
ASV-o
APRV-s
NAVA-r
AT-r
BIPAP-s
MMV-a
HFV
SmartCare-i



Hedef Düzenleme

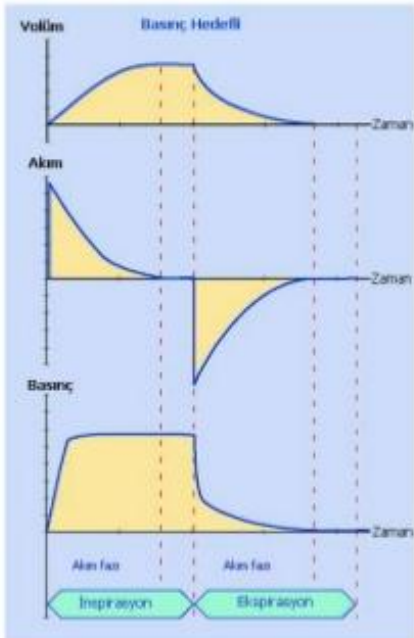
- 1- Set point-s
Set parametre
- 2- Dual-d
VC ↔ PC
- 3- Servo-r
Input → Output
- 4- Adaptive-a
Hasta yanıtı → Set hedef
- 5- Biovariable-b
Pins /TV ayarlanması
- 6- Optimal-o
Hedef → Mini-maksimalize
- 7- Intelligent-i
Hedef → Yapay zeka teknikleri

MV Modları



VCV - PIP

- F ↑ ⇒ ↗
- PEEP ↑ ⇒ ↗
- otoPEEP ⇒ ↗
- TV ↑ ⇒ ↗
- R ↑ ⇒ ↗
- C ↓ ⇒ ↗
- Desendan F ⇒ ↘



PCV - TV

- Driving P ↑ ⇒ ↗
- otoPEEP ⇒ ↘
- Ti ↑ ⇒ ↗
- R ↑ ⇒ ↘
- C ↓ ⇒ ↘
- Efor ↑ ⇒ ↗

	VCV	PCV
TV	Sabit	Değişken
PIP	Değişken	Sabit
Pik- F	Sabit	Değişken
Avantaj	TV -MV garanti İns pause: Gaz değişimi iyi	Barotravma ↓ Atelektazi etkili Gaz dağılımı iyi WOB ↓ MPaw ↑
Dezavantaj	Barotravma ↗ İns Akım-WOB ↗ Flow hunger Asenkroni Hemodinamik boz Oto-PEEP	TV değişken Hipoventilasyon

Yeni MV Modları

Yararları	Sınırlamalar
<ul style="list-style-type: none">✓ Farklı hasta gruplarına uygulama✓ Soluktan soluğa akciğer mekaniklerine uyum sağlama✓ Akciğer koruyucu stratejileri uygulama✓ MV süresi ↓✓ Weaning süresi ↓	<ul style="list-style-type: none">✓ Gerçek TV veya P veremeyebilir✓ P veya TV hedef alınmıştır✓ Bazı modlar hızlı RR tercih edebilir ve düşük TV feda edilebilir✓ MPaw değişken✓ Oto-PEEP varsa, tam düzelme olmayabilir

**Yeni mutlaka daha iyi değildir !
Mortaliteye yararı !**

Mekanik Ventilasyon Modları

Dual Kontrollü Modlar

Soluk içi dual kontrol

- ✓VAPS
- ✓Pressure augmentation

PC - PS ⇌ VC

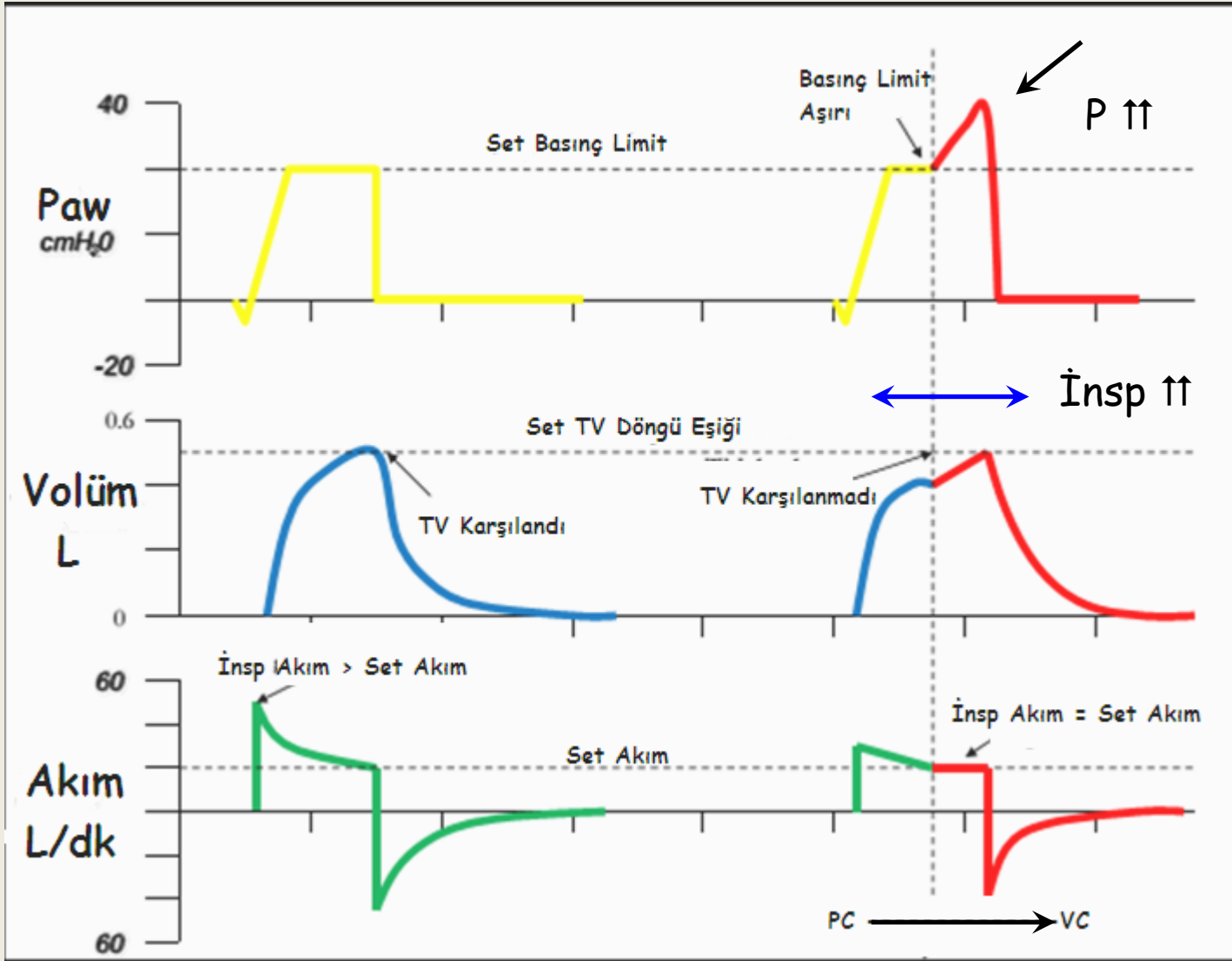
Ayarlanan min TV
Hasta insp efor

Soluktan soluğa dual kontrol

- ⇌ Basınç limitli, akım döngülü
VS
Değişken PS
- ⇌ Basınç limitli, zaman döngülü
PRVC
Autoflow
VC +
Değişken PC
- ⇌Kombine -SIMV
ASV

PC - PS ⇌ Basınç ↓↑

VAPS- Volüm Garantili Basiç Destek



RR
Pik akım
Min TV
I/E
PEEP
Tetikleme
FiO₂
Set PS

VAPS- Volüm Garantili Basınç Destek

VAPS - PA

- PSV-VCV
- Tetikleme:
 - Hasta (F/P) -ventilatör (T)
- VE ve TV garanti
- Senkronizasyon
- Basınç limit ile gaz değişimi
- WOB, Raw, otoPEEP ↓
- Sedasyon gereksinimi ↓
- Hasta konforu ↑
- Değişken Paw

Pik Akım ↑ set → Tüm soluk VC
Pik Akım ↓ set → Soluk PC ⇌ VC, Tinsp ↑

PS ↑ set → Tüm soluk PS ⇌ Min TV sağlanır
PS ↓ set → Tüm soluk VC ⇌ V/Q uyumsuzluğu

Uygun PS desteği ⇌ VC-Plato Basınç düzeyi

VAPS - PA

- Spontan solunum
- Asenkroni olan hasta
- Önemli düzeyde ventilatör desteği gerekenler

Soluktan soluğa dual kontrol: Volüm destek-VSV Değişken PS

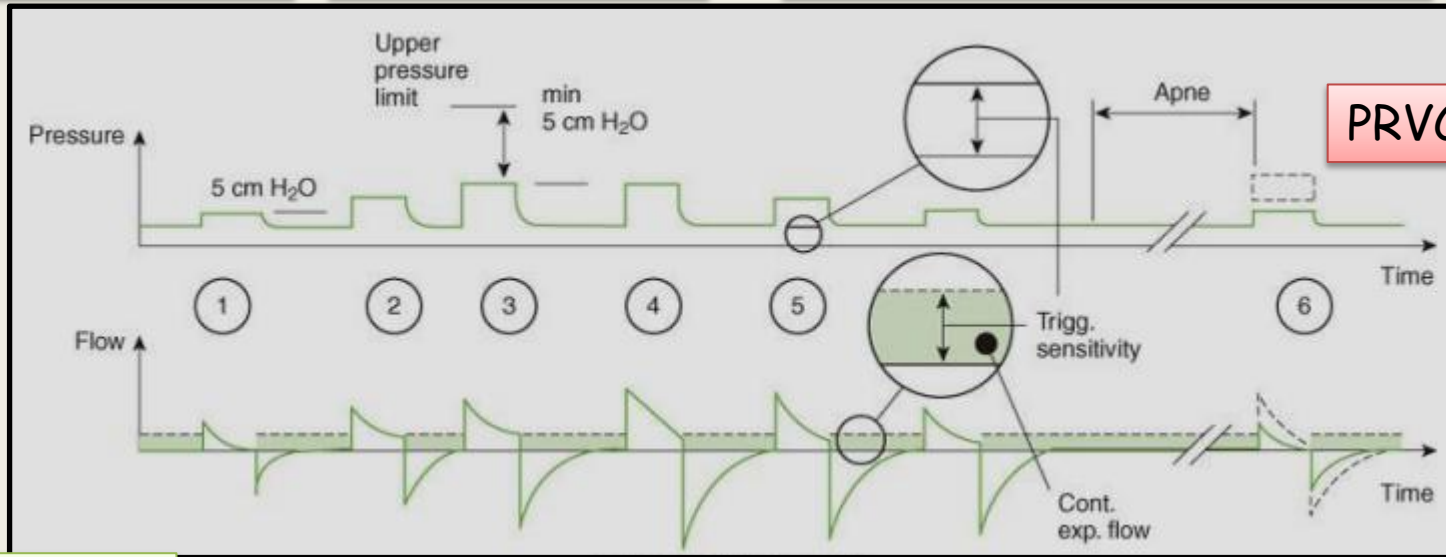
- Basiñç limitli -Akım döngülü -Hasta tetikli
- PS'un kapalı döngü kontrolü
- Hasta: RR, Ti, F belirler
- Feedback: önceki soluk TV

RR
Pik akım
Min TV
PEEP
Tetikleme
PS set
FiO₂

PS ile Test soluk
TV - Cdyn !

Min TV için
PS %75 destek

Hedef TV → basıñç düzenleme
↳ Insp Akım değişimi



Pik akım %5
insp sonlanır

RR ↓
↳ Min dakika vent için TV ↑
↳ Oto PEEP ↑

Basıñç deęiřiklięi 3 cmH₂O

Soluktan soluğa dual kontrol: Volüm destek-VSV Değişken PS

Avantaj;

- TV Garanti
- Düşük basınç desteği
- Hastanın spontan RR ↘
- WOB ↘
- Gaz dağılımında iyileşme
- Sedasyon ↘
- Hasta konforu

Dezavantaj;

- Spontan ventilasyon gerekir
- Seçilen TV hasta için ↓ veya↑ olabilir
- MPaw değişken
- OtoPEEP etkileşim
- RR ve talepte ani artış ventilatör desteğinde azalmaya neden olur

Endikasyon;

- Min ventilasyon gereken spontan soluyan hastalar
- Ventilatör ile asenkron hastalar
- Adaptif destek gereksinimli insp eforu olan hastalar
- Weaning hazır hastalar
- Sınırlı solunum kapasiteli olanlar
- ARDS'den iyileşen hastalar
- Postoperatif solunum gücü olan hastalar
- Ventilatör bağımlı hastalar

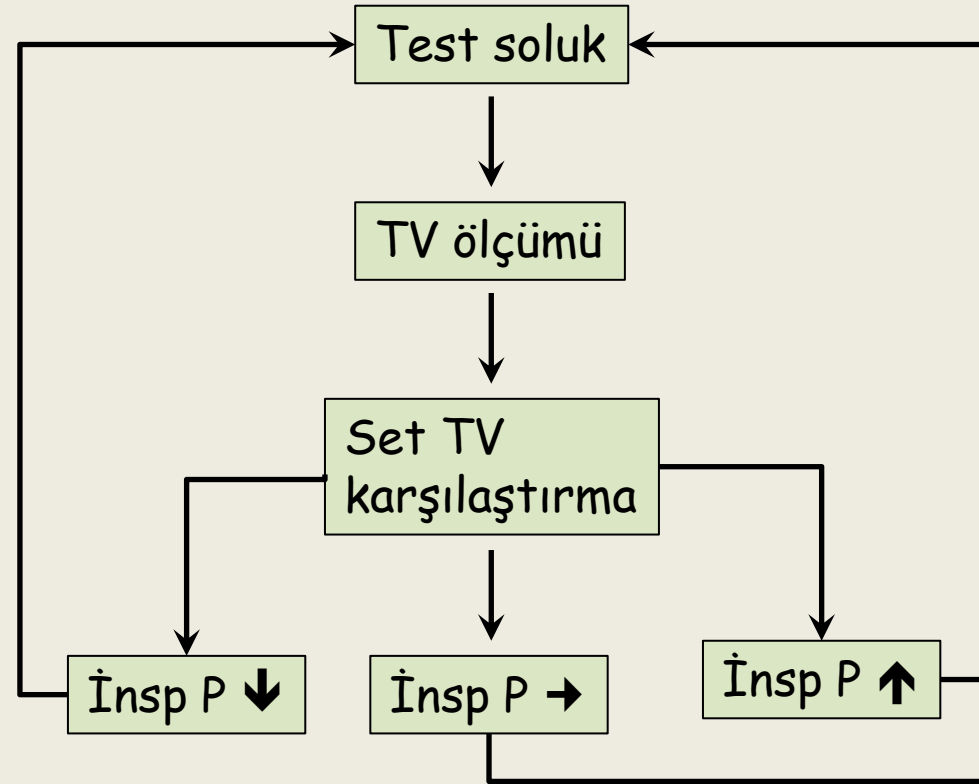
Soluktan soluğa dual kontrol:

Pressure Regulated Volume Control- PRVC

Autoflow - Adaptive pressure ventilation

Volume control +

Volume targeted Pressure control - Pressure control volume guaranteed



- Hasta veya Zaman tetikli
- Basiñç limitli
- Zaman döngülü
- PC kapalı döngü
- Set TV için en düşük basıñç hedefli

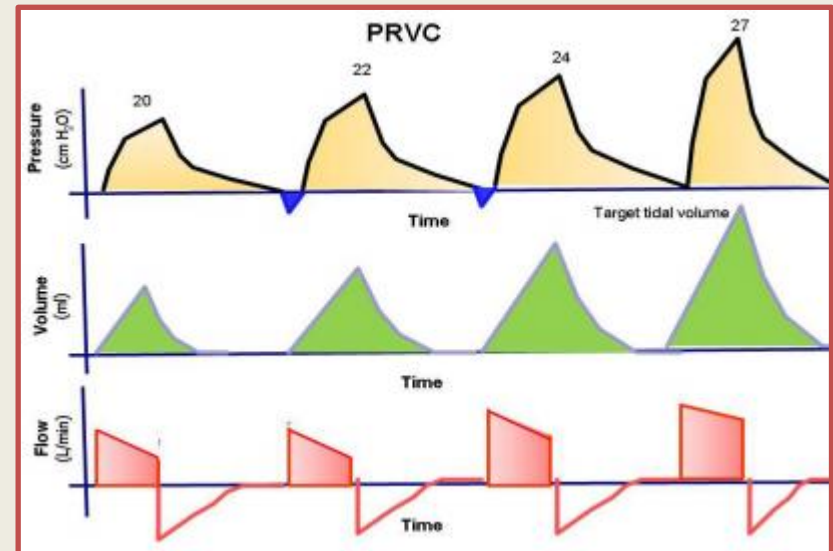
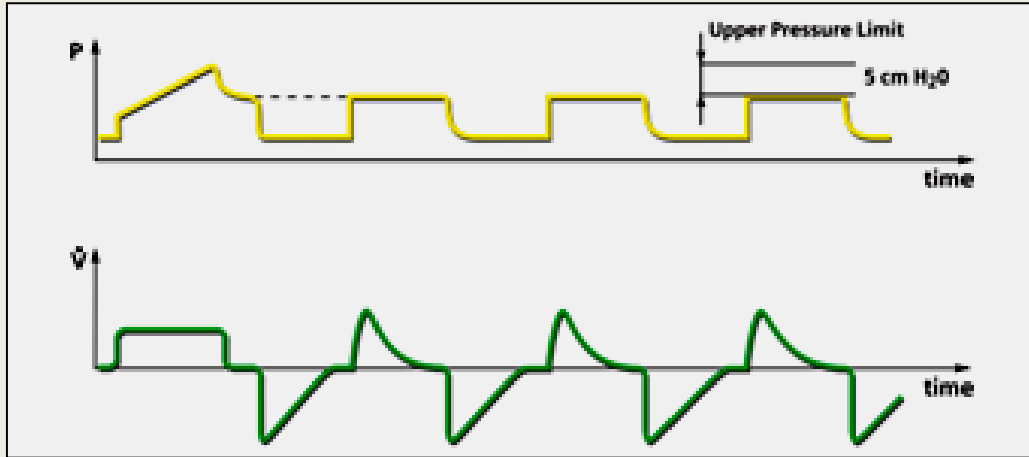
Min RR
İns zamanı/I:E
Hedef TV
PEEP
Tetikleme
FiO₂
Basiñç limit
Rise

PRVC

Test soluk
-VCV-PC
C!

Min TV için
PC -Pplat
PIP

TV için
İnsp Basınç $\uparrow\downarrow$



PRVC

Avantaj;

- TV, VE Garanti
- Minimum PIP
- Volütravma ↘
- RR'in hasta kontrolüne izin verir
- WOB ↘
- Weaning
- Gaz dağılımında iyileşme
- Sedasyon ↘
- Hasta konforu

Dezavantaj;

- Değişken MPaw
- OtoPEEP oluşması
- Hasta talebi arttığında basınç düzeyi azalabilir
- Sedatize olmayan hastada tolerasyon bozulabilir
- RR ve talepte ani artış ventilatör desteğinde azalmaya neden olur

Endikasyon;

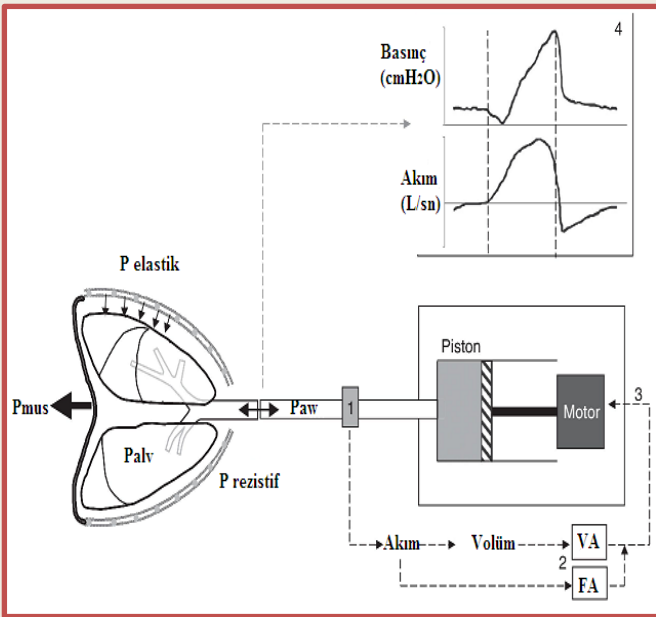
- Sabit garanti TV ve düşük basınç gereken hastalar
- ARDS
- Cl veya Raw değişim olasılığı olan hastalar
- Yüksek/değişken akım gereken hastalar
- Postoperatif
- KOAH, Astım !

PAV- Orantılı yardımcı ventilasyon

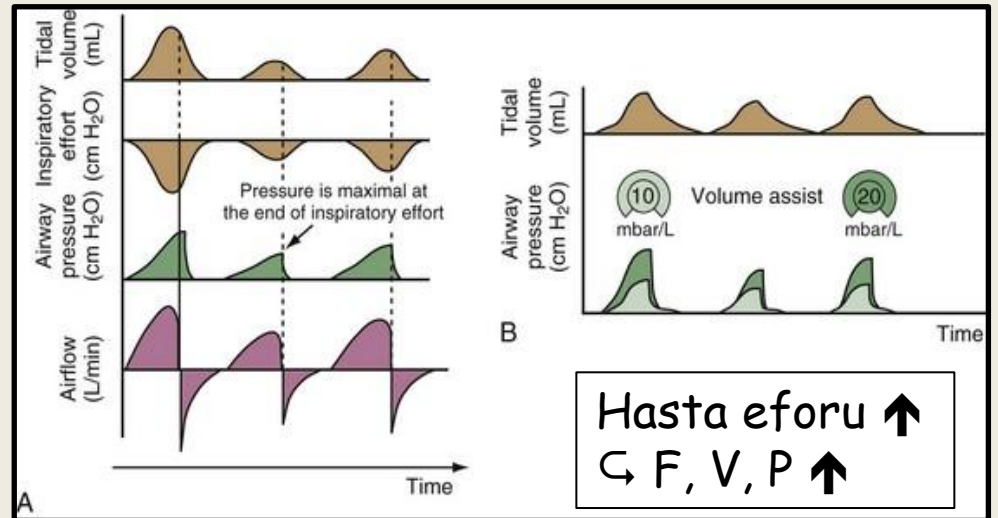
-Hasta eforu orantılı → Paw düzenlenmesi

- FA-cmH₂O/L/sn
- VA-cmH₂O/L

$$P_{mus} + P_{aw} = (Akım \times R) + (TV \times E)$$



- 8-15 soluk-300 mlsn inspiratuar duraklama
↳ C-R hesaplanması
↳ İnspiratuar akım - volüm hesaplanır
↳ $WOB = \int P \times V dt = 0,3-0,7 \text{ J/L}$
olacak şekilde desteğin ayarlanması



İdeal vücut ağırlığı
P/TV limitleri
PEEP
FiO₂
FA %80
VA %80

~~RR~~
~~TV~~
~~Paw~~

PAV

Avantaj:

- Hasta kontrolünde ventilatör deęişkenleri
- Hasta ventilatör uyumu
- WOB ↘
- Barotravma ↘
- Sedasyon ↘
- Hasta konforu

Dezavantaj:

- Değişken TV/PIP
- Yeterli spontan solunum gücü
- Tetikleme ile otoPEEP artışı
- C ve R doğru belirlenmesi, Aşırı destek kaçak oluşumu (basınç artar)
- Hava kaçağı aşırı desteğe/otomatik döngüye neden olabilir

Endikasyon:

- Spontan solunumu olan hastalar
- Solunum kontrolü ve nöromüsküler fonksiyonu bozulmamış
- Akc mekanikleri ile ilişkili solunum işinin arttığı durumlar
- KOA- ventilatör bağımlı hastalar

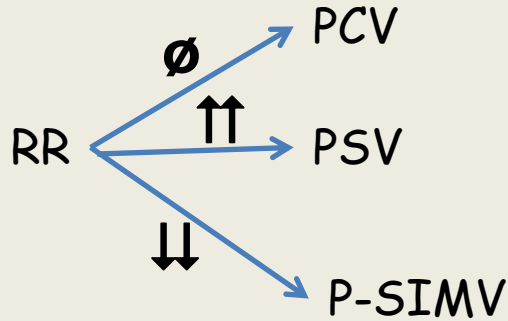
Kontrendikasyon:

- Spontan solunum olmayan
- Santral apne, bradipne
- Ağır sedasyon uygulanan hastalar
- Ciddi nöromüsküler hastalık
- Bronkoplevral fistül

ASV- Adaptif destek ventilasyon

Kapalı döngü kontrollü sistem

Dakika ventilasyonu hedef
Min WOB



IBW göre
Hedef % MV (25-350)
PEEP
FiO₂
Pmax
Tetik F-2 L/dk
Eksp triger: %25-%40

Dakika ventilasyon;

$$VE \text{ (L/dk)} = \% \text{ Min Vol} \times \text{IBW}/1000 \text{ (IBW} > 15 \text{ kg)}$$

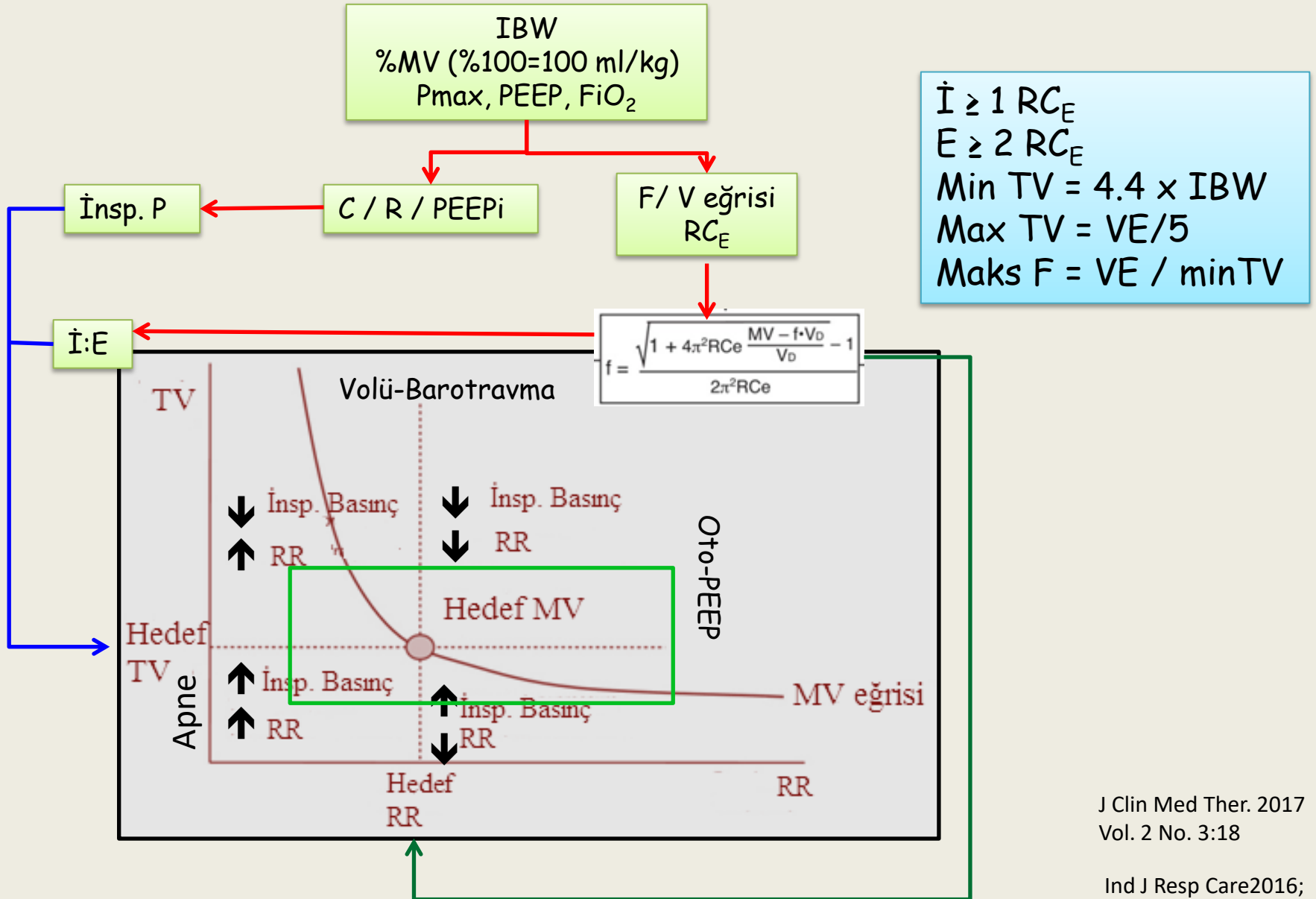
Maks zorunlu frekans= 22 soluk/dk \times % Min Vol/100

Ölü boşluk; Vd =2.2 ml/kg

Otis:

$$f = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4\pi^2 RC_E \left(\frac{MV - fV_D}{V_D} \right)}}{1 + 2\pi^2 RC_E}$$

ASV- Adaptif destek ventilasyon



J Clin Med Ther. 2017
Vol. 2 No. 3:18

Ind J Resp Care 2016;
5 (2): 713-20

ASV- Adaptif destek ventilasyon

Parametre	MIN	MAKS
P _{insp} - cmH ₂ O	PEEP + 5	P _{maks} - 10
TV - ml	4.4 x IBW	15.4 x IBW
RR-Hedef	5	22x% MV/100
RR-Zorunlu	5	60
T _{insp} - sn	0.5 sn - 1xRC _E	2
T _{eksp} - sn	2xRC _E	12 sn
I/E	1/4	1/1

	% Min Vol	Değerlendirme
PaCO ₂ ↑	↑	Basınç kontrolü
PaCO ₂ ↓	↓	Oksijenizasyon, basınç kontrolü
SaO ₂ ↓	→	↑ PEEP -FiO ₂
RR ↑	↑ !	Sedasyon

ASV- Adaptif destek ventilasyon

Avantaj:

- TV-VE garanti
- WOB ↘
- Hasta uyumu
- Otomatik weaning
- Hasta talebini karşılayan değişken akım
- Gaz dağılımı daha iyi

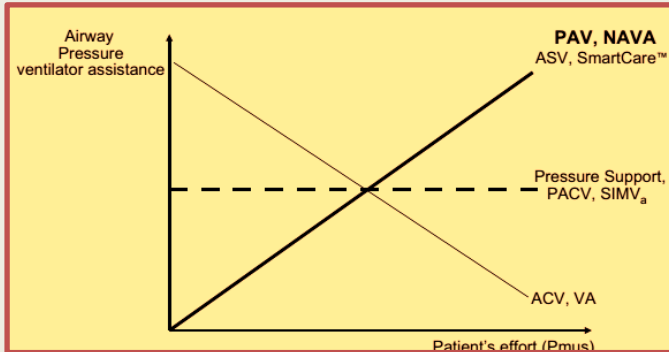
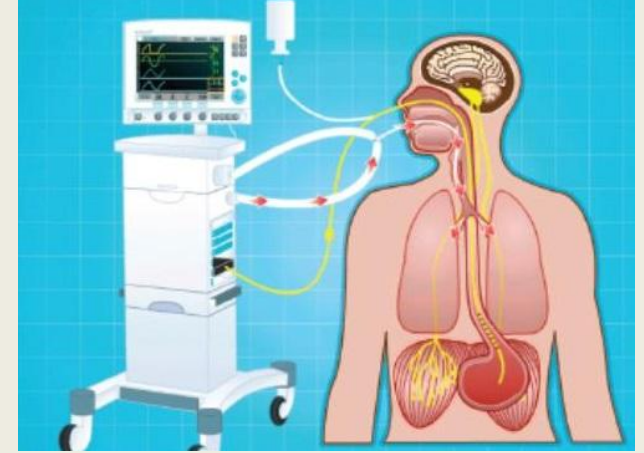
Dezavantaj:

- Değişken Paw
- Alveolar VD tanıma ve ayarlamada yetersizlik
- Kas atrofisi olasılığı
- KOAH için uzun Te gereksinimi
- Ani RR ve talep artışında vent desteğinde azalma

Endikasyon:

- Tam veya parsiyel ventilatör desteği
- Düşük PIP ve garanti TV gereken hastalar
- ARDS
- Yüksek veya değişken akım gereken hastalar
- Spontan solunum olmayan, ventilatörü tetiklemeyen hastalar
- C ve Raw değişimi olası hastalar
- Weaning kolaylaştırılması

NAVA- Nöral Olarak Ayarlanmış Ventilasyon Desteği

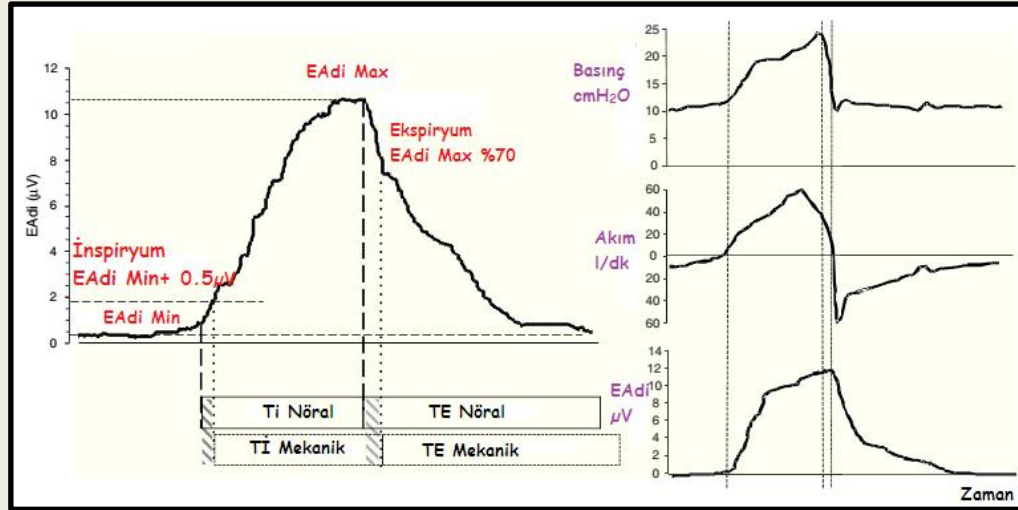
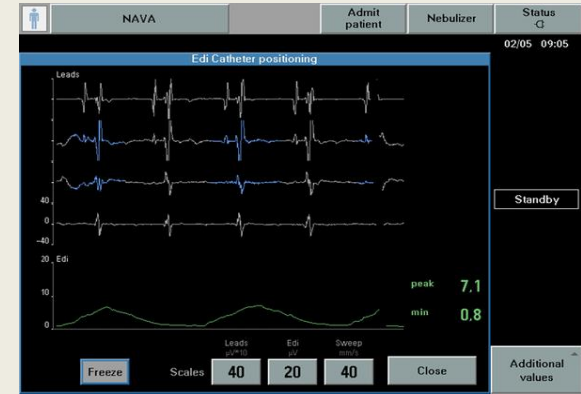
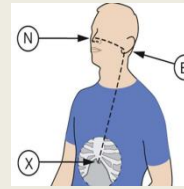
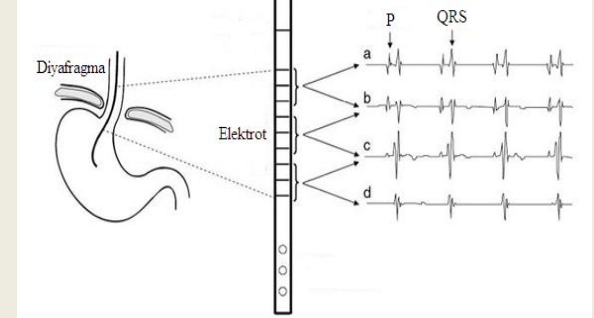
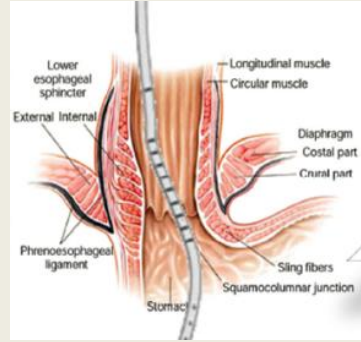


E_{Adi} ile orantılı asiste MV

NAVA-

EAdi sinyali (μV):
Diyafram kas aktivitesinin
frekans ve yoğunluğunu içerir

EAdi sinyali alınmaz ise PSV - PCV



NAVA Düzeyi - $\text{cmH}_2\text{O}/\mu\text{V}$:
İnspiratuar asist EAdi
sinyalindeki anlık değişime
göre arttırılır

Basiç Desteği = NAVA düzeyi x EAdi + PEEP

NAVA-

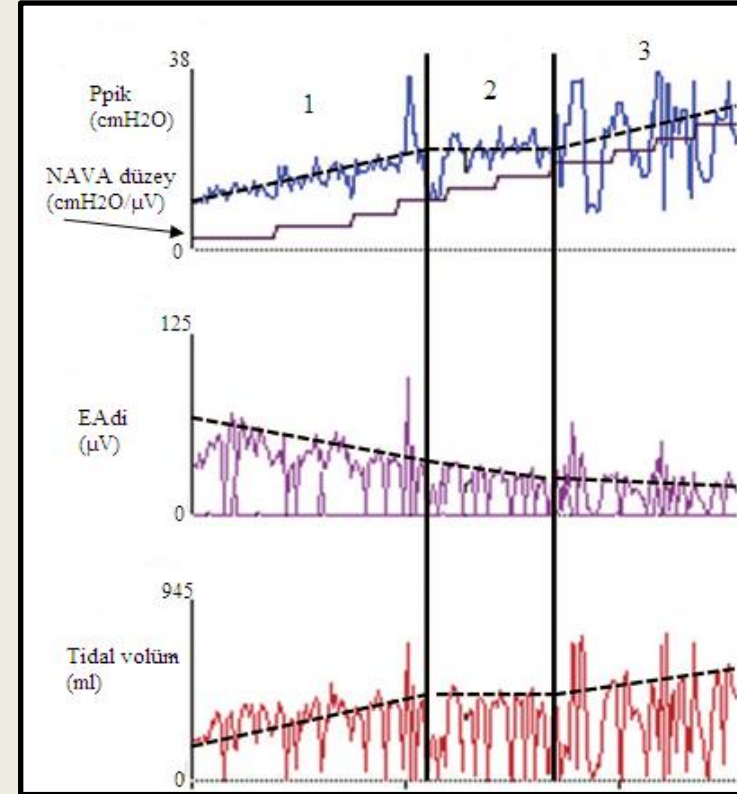
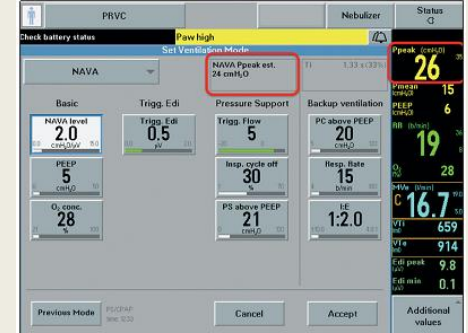
NAVA Düzeyi

Tahmini NAVA Ppik =
NAVA düzeyi x (EAdi peak-EAdi min) + PEEP

NAVA Düzey titrasyonu:
Set Ppik - NAVA düzey = 0.0 cmH₂O/ μ V

EAdi Maksimum olana kadar ventilasyon

NAVA düzeyi yavaş yavaş 0.1-0.2 cmH₂O/ μ V \uparrow
-Ppik, TV ve EAdi sinyal grafikleri
-İdeal NAVA düzeyi: 1-4 cmH₂O/ μ V



NAVA-

Avantaj:

- Senkronizasyon
- Akc koruyucu ventilasyon saęlar
- Kaçaklardan etkilenmez
- Sedoanaljezinin düzenlenmesi
- Uyku kalitesini arttırır
- EAdi ile PEEP titrasyonu
- Kardiyovasküler denge
- Solunum dürtüsünün belirlenmesi
- Otomatik weaning
- NIV ile uygulanabilme
- Üst havayolu ile koordinasyon
- ECMO ile uyumlu solunum

Dezavantaj:

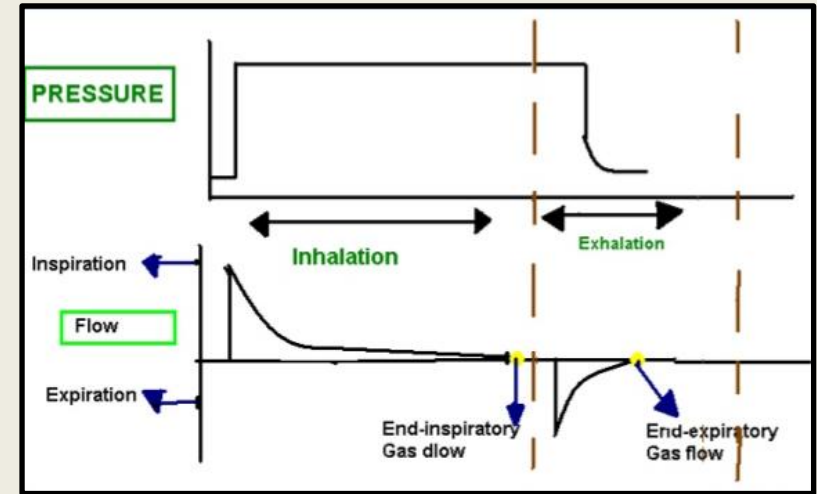
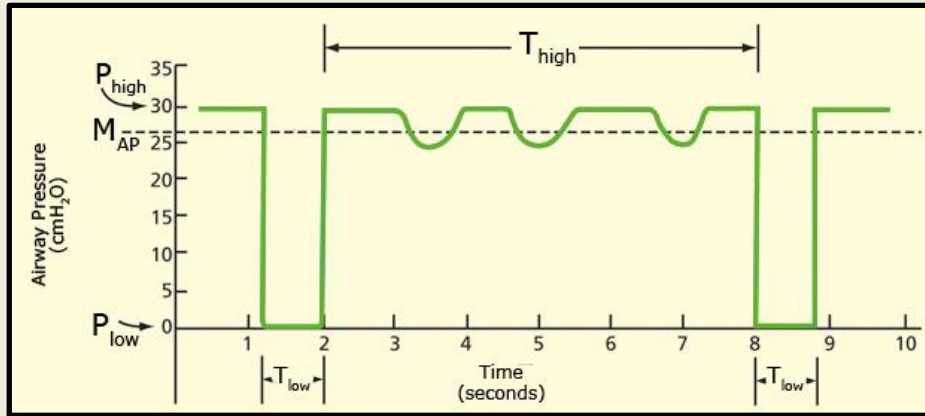
- Değişken Paw, TV
- Aktif solunum uyarısı gereklidir
- Nazogastrik uygulama kontraendikasyonu
- Frenik sinir hasarı
- Kongenital miyopati
- MRI uyumsuz

Endikasyon:

- Parsiyel solunum desteği gereken tüm yařlardaki hastalar
- Uzamiř MV desteği ve başarısız SBT olan hastalar

APRV- Havayolu Basınç Salınımlı Ventilasyon

Basınç kontrollü - aralıklı zorunlu ventilasyon
Zaman tetikli, basınç hedefli ve zaman döngülü



$P_{high} = P_{insp} + P_{low} = P_{pik}$
30-35 cmH₂O - < UIP
 $P_{low} = PEEP$
0-5 cmH₂O - > LIP
 $TV = \Delta P / C$

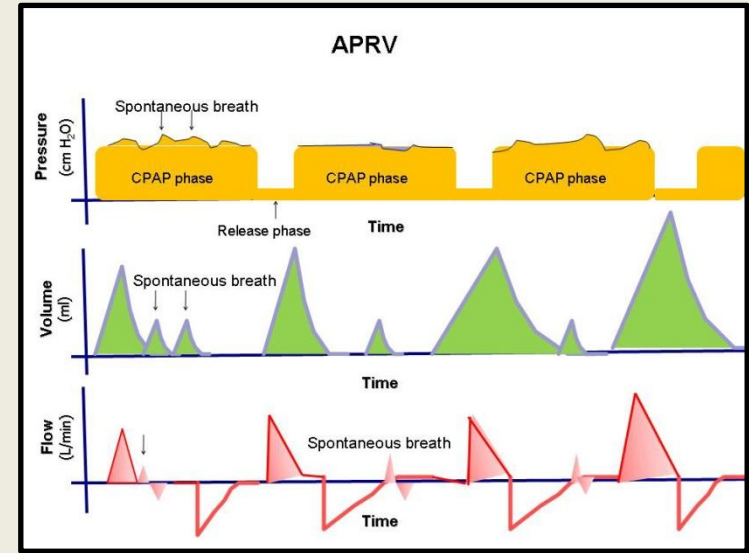
$T_{high} = \text{İnsp zamanı: } 4-6 \text{ sn}$
 $T_{low} = \text{Eksp zamanı: } 0.2-0.8 \text{ sn}$
 $RR = 60 / (T_{high} + T_{low})$

$$MAP = (P_{high} \times T_{high}) + (P_{low} \times T_{low}) / (T_{high} + T_{low})$$

$T_{low} = 1 \text{ eksp zaman sabiti}$
%25-75 PEFR

APRV-

- ✓ Spontan solunum
- ✓ Senkronizasyon
- ✓ V/Q ↑
- ✓ Alveoler recruitment
- ✓ Oksijenizasyon ↑
- ✓ Ölü boşluk ↓
- ✓ Önyük - CO ↑
- ✓ PLV-Open lung
- ✓ WOB ↓
- ✓ Sedasyon / NMBA ↓



Endikasyon !!

ARDS

Atelektazi

Asit/Obezite

PIP >35 ve/veya PEEP>10

Kontraendikasyon

KOAH

ICP ↑

Bronkoplevral fistül

PaO₂ ↑ =
FiO₂ ↑
Phigh ↑
Thigh ↑

PaCO₂ ↓ =
Phigh ↑
Thigh ↓
Tlow ↑

Weaning:

FiO₂ ↓ < %50

Phigh ↓ < 20 cmH₂O

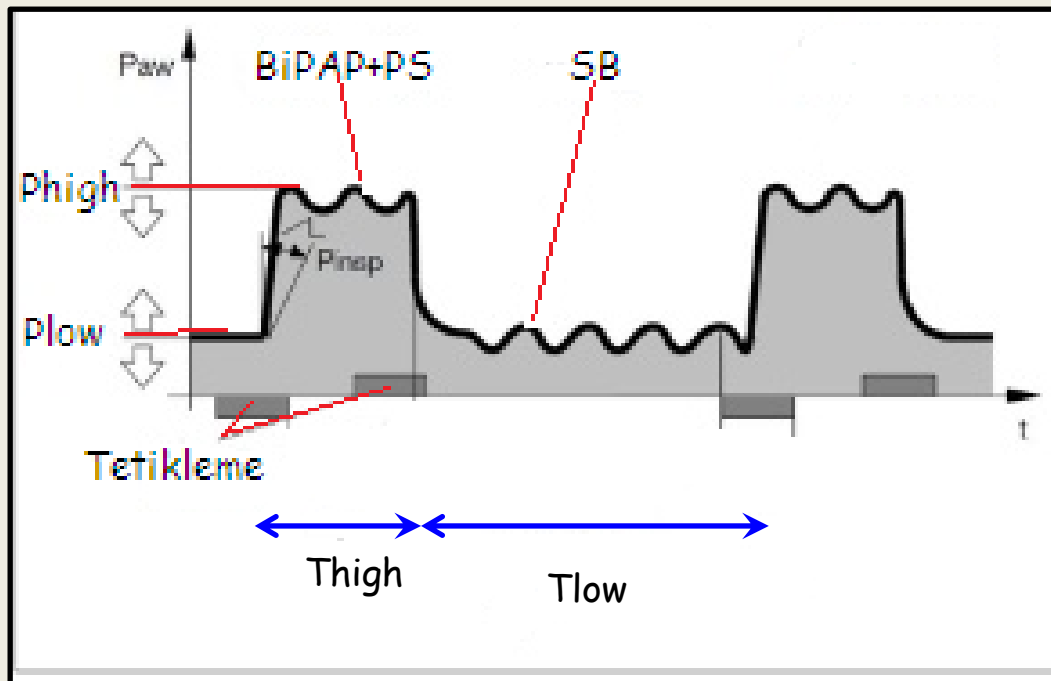
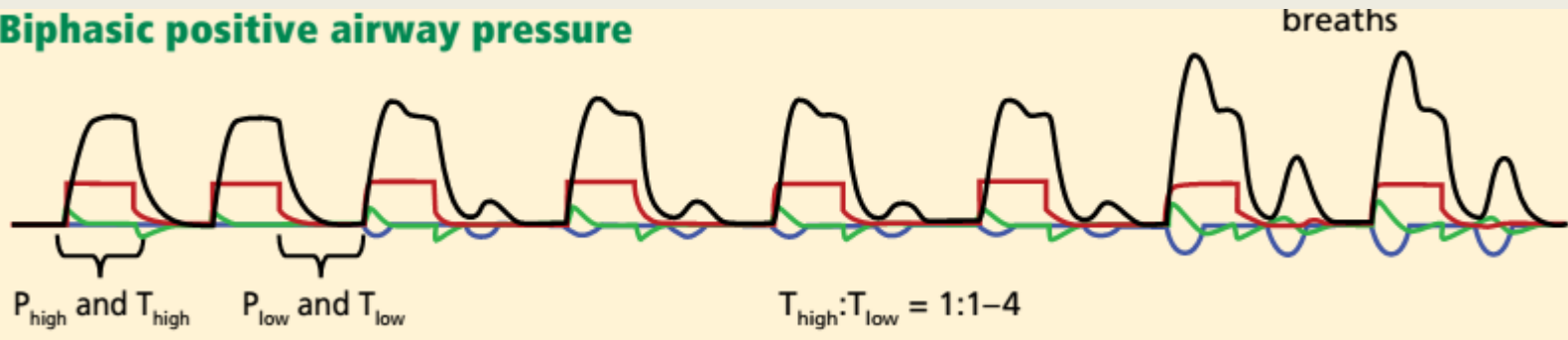
Thigh ↑, 0.5-2 sn

CPAP

BiPAP-BiLevel

PCV - spontan soluklar

Biphasic positive airway pressure



AutoFlow

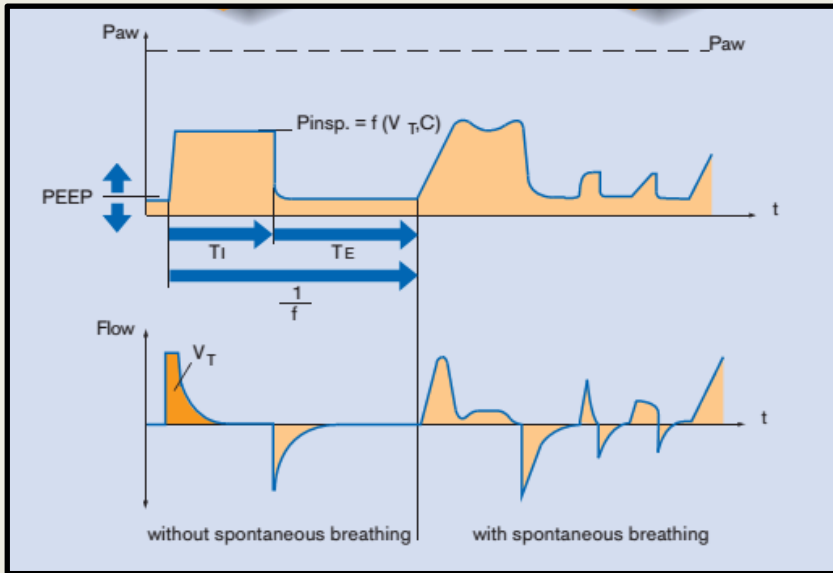
İnspiratuar akım ve basıncın düzenlendiği VCV - SB

Set TV, C

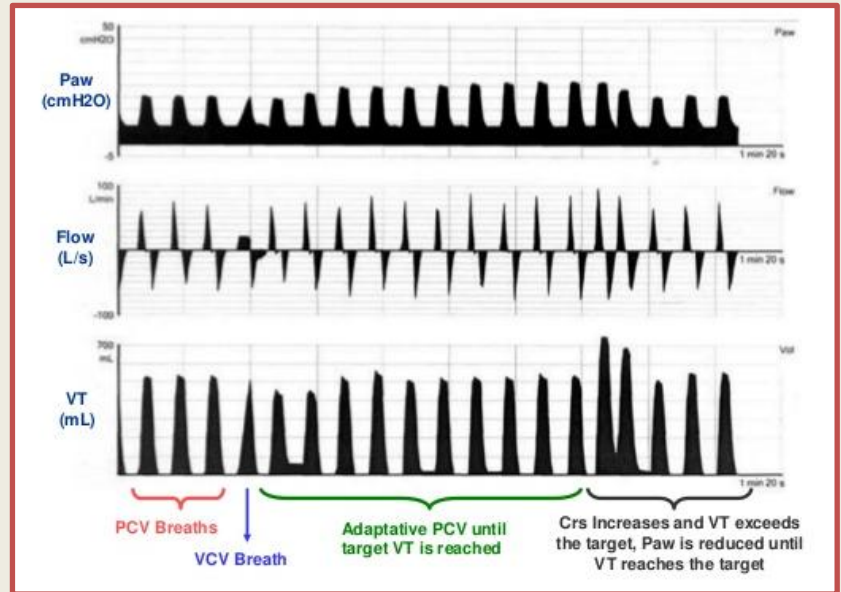
TV, P değişken

Test soluk -VC
Pplato belirlenmesi
C/R hesaplanması
Set TV için minimum P

Set TV için = P_{insp} 3 cmH₂O ↓↑



RR
TV
T_{insp}
PEEP
Paw



AutoFlow

Avantaj;

- Garanti TV-VE
- Set frekans üzerinde soluma
- Hasta kontrolü: RR-VE
- Deseleran akım
- Hasta talebine göre değişken TV

Dezavantaj;

- Basınç limitinin uygun ayarlanması
- otoPEEP riski
- Değişken mean Paw
- Ani RR ve talep artışında vent desteğinde azalma

Endikasyon;

- Sabit garanti TV ve düşük basınç gereken hastalar
- ARDS
- Cl veya Raw değişim olasılığı olan hastalar

SmartCare- NeoGanesh- Zone of Respiratory Comfort-ZoRC



Otomatik weaning sistem
Spontan solunumu ZoRC alanda dengelemek
Ekstübasyona kadar Pinsp desteğinin azaltılması
Klinik bilgiye dayalı yaklaşım

ZoRC;

Spontan RR:

15-30 /dk

> 34 Nörolojik hastalık

Spontan TV

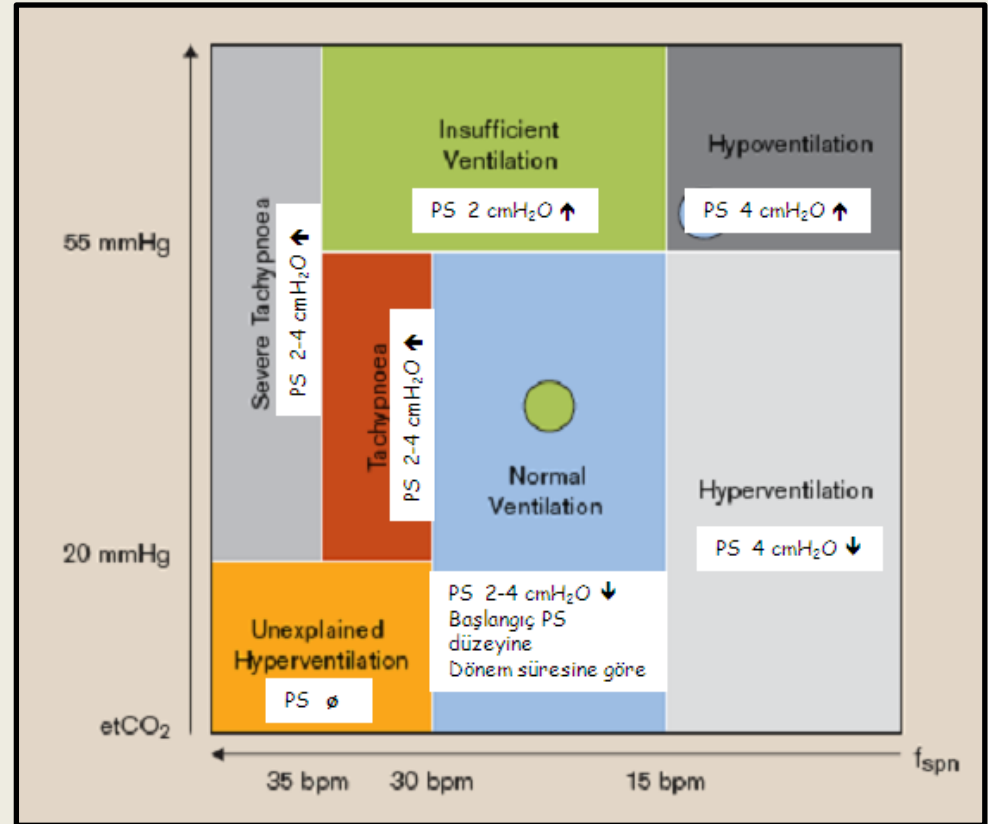
TV > 300 ml

TV > 250 ml BW < 55 kg

ETCO₂

< 55 mmHg

< 65 mmHg - KOAH



PS < 10 cmH₂O → 2 saat
↳ MV ayrılma



MOD:

- Klinisyenin tercihine, bilgisine
- Hastanın durumuna
- Mevcut olanaklara göre
- Değişkenlerin uygun ayarlanması hayati öneme sahiptir
- Hastanın solunum işi ve mekanik destek arasındaki denge mutlaka kurulmalıdır

Modların birbirlerine kesin üstünlükleri gösterilememiştir