



61 Türkiye Milli
Pediatri Kongresi
16. Milli Çocuk Hemşireliği Kongresi

15 - 19 Kasım 2017
REGNUM CARYA RESORT HOTEL
BELEK/ANTALYA



Konvansiyonel Mekanik Ventilasyon Uygulamaları

Doç. Dr. Kadir Ş. Tekgündüz
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Yenidoğan BD.



BOEING 787



SUNUM AKIŐI

- Yapay solunumun bileşenleri
- Mekanik soluğun d6ngüsü
- Konvansiyonel ventilasyon modları

YAPAY SOLUĞUN BİLEŞENLERİ

- Hangi yöntemle verilirse verilsin yapay bir solugun bileşenleri aynıdır.

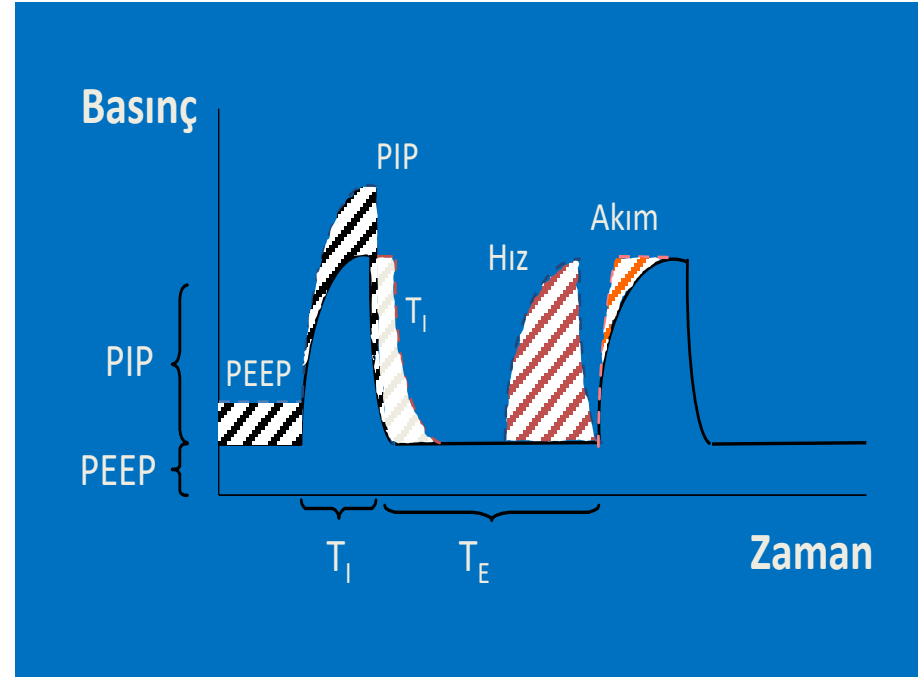
PIP: İnspiratuvar tepe basıncı (peak inspiratory pressure)

PEEP: Ekspiryum sonu pozitif basınç (positive end expiratory pressure):

T_I : İnspirasyon zamanı (Inspiratory time),

T_E : Ekspirasyon zamanı (Expiratory time)

MAP: Ortalama hava yolu basıncını PIP, PEEP, I: E oranı ve akım hızı belirler.



- **PIP:** İspirasyon boyunca ulaşılan en yüksek proksimal hava yolu basıncıdır.
 - Alveolar ventilasyonu ↑
 - CO₂ eliminasyonu ↑
 - Ortalama hava yolu basıncı ↑
 - Tidal volümü ↑
 - V/Q oranını düzeltir.
- Çok yüksek PIP değerleri volütravma, hava kaçağı, intratorasik basınç artışı, kardiyak debide azalmaya neden olabilir.

- **PEEP:** Ekspiryum sonu pozitif basınç (Optimum: 4-6 cm H₂O)
 - Alveolar kollapsı ↓
 - Akciğer hacmini düzenler
 - Akciğer gaz dağılımını düzenler
 - V/Q oranını düzeltir.

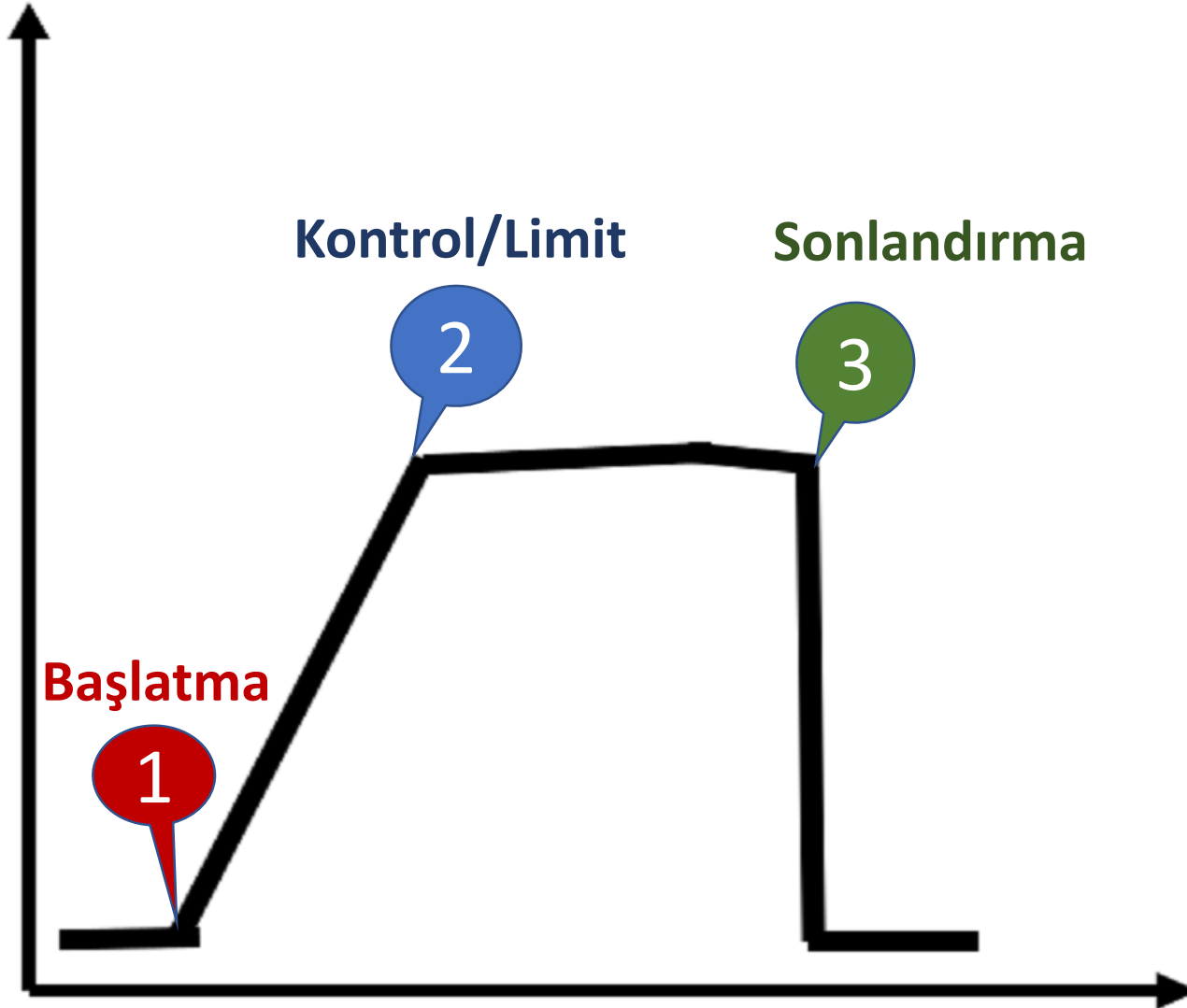
- Çok yüksek PEEP (>8 cm H₂O) değerleri karbondioksit retansiyonu, hava kaçağı, intratorasik basınç artışı, kardiyak debide azalma, pulmoner vasküler dirençte artışa neden olabilir.

- Düşük PEEP (3- 4 cm H₂O): Weaning dönemi, A/C modunda takip edilen ELBW bebeklerde uygulanabilir. V/Q oranı bozulabilir.

- **İnspirasyon süresi (T_i):** İnspirasyon akışının süresini gösterir. Genellikle önceden belirlenen hacim, tepe akımı ve akış biçimine bağlıdır. PO_2 'yi artırır. Genelde 0.3-0.4 sn olarak ayarlanır.
- **Ekspirasyon süresi (T_e):** Genellikle pasif bir mekanizmadır. Ekspirasyonda gaz akımı hastanın hava yolları ve cihazın solunum devresinin direnci ve kompliyans ile belirlenir. PCO_2 atılımını artırır. Yüksek (T_e) değerlerinde oksijenizasyon bozulabilir.

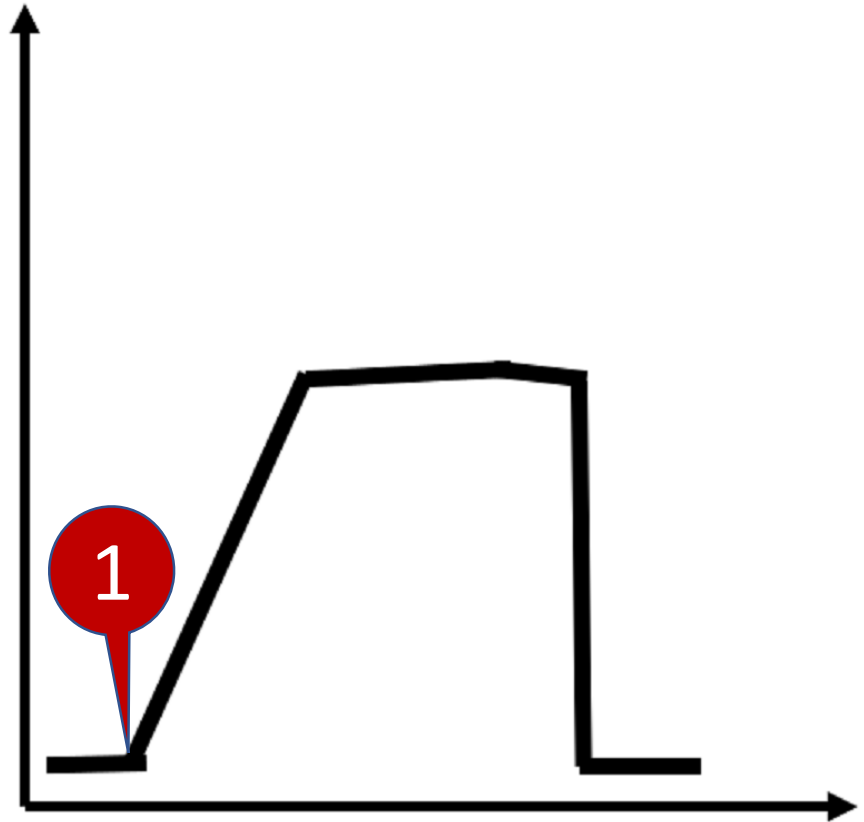
- **Akım hızı:** Birim zamanda (L/dk) hava yollarına giren gaz hacmidir. İstenilen PİP ve I:E değerlerini sağlar.
 - MAP (Ortalama hava yolu basıncını) ↑
 - 6-8 L/dk
 - PO₂ ↑
 - Yüksek ventilatör hızında yüksek PİP değerlerini yakalar
 - CO₂ retansiyonunu ↓
 - V/Q oranını düzeltir.
 - Yüksek değerlerde türbülansı ↑, AC hasarını ↑

MEKANİK SÖLÜĐÜN DÖNGÜSÜ



Mekanik Soluğun Başlatılması

- **A.**Tetiklemesiz solunum
- **B.**Tetiklemeli solunum
(PTV-Patient triggered ventilation)



Tetiklemesiz Mekanik Ventilasyon

- Bebeğin solunumu makine tarafından algılanmaz,
- Uygulayıcının ayarladığı solunum sayısı kadar bebek makine tarafından solutulur,
- Bebeğin spontan solunumu ile çakışma olabilir. Asenkroni; pnömotoraks, beyin kan akımında düzensizlikler.
- Spontan solunumu hiç olmayan bebeklerde kullanılabilir
- Tetiklemesiz solumaya örnek modlar: Aralıklı Zorunlu Ventilasyon [Intermittan Mandatory Ventilation (IMV)] ve sürekli zorunlu ventilasyon [Continuous mandatory ventilation (CMV)]

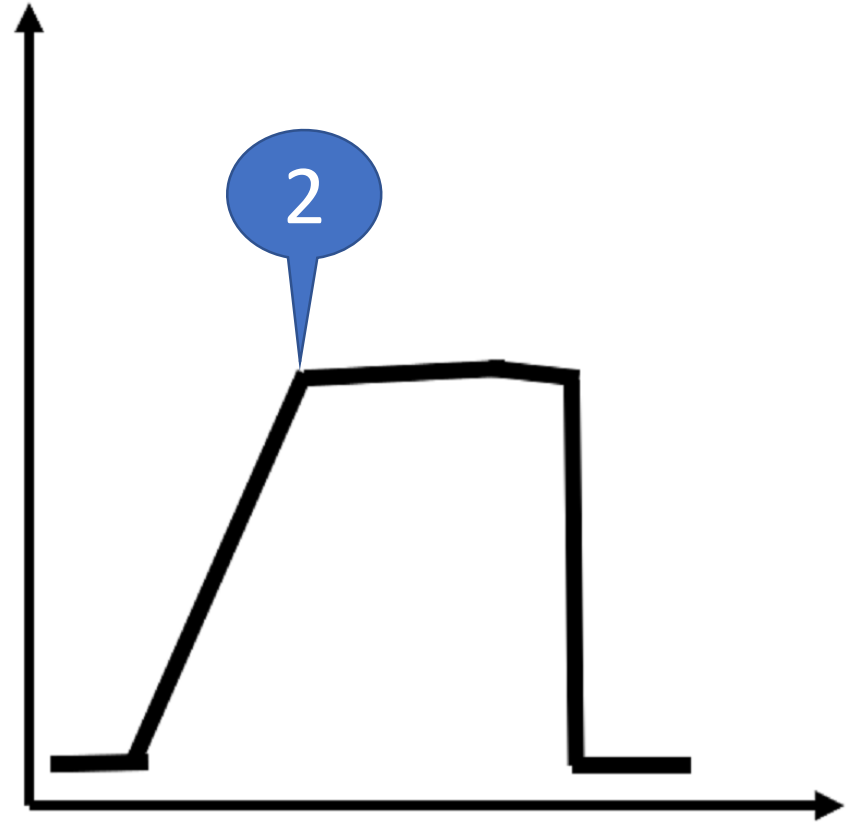
Tetiklemeli Mekanik Ventilasyon

- Bebeğin solunum çabası mekanik ventilatör tarafından akım-basınç değişiklikleri ya da göğüs-karın hareketleri ile algılanır, böylelikle mekanik solunum ile bebeğin solunumu arasında senkronizasyon sağlanmaya çalışılır.
- Tetiklemeli solutmaya örnekler:
 - SIMV: Eş zamanlı aralıklı zorunlu ventilasyon
 - A/C: Destekleyici/kontrollü solutma
 - PSV: Basınç destekli solutma



Mekanik Soluğun Kontrolü/Sınırlandırılması

- **A.** Basınç kontrollü-sınırlı
- **B.** Hacim kontrollü-sınırlı



Basınç Kontrollü-Sınırlı Ventilasyon

- Zaman döngülü, basınç kontrollü mekanik ventilasyon (TCPL) yıllardır uygulanan, kullanımı kolay bir yöntemdir.
- **PIP değeri sabit** olan soluklar sağlar.
- Bebeğe sağlanan **tidal hacim akciğer kompliansına bağlıdır.**
- Aynı PIP ile komplians kötü ise daha düşük hacim sağlanırken, kompliansta hızlı iyileşme olduğunda aşırı hacimde gaz verilebilir (VOLÜTRAVMA!!).
- Örnek olarak SIMV, A/C ve PSV verilebilir.

Hacim Kontrollü-Sınırlı Ventilasyon

- Akciğerde ventilatör ilişkili hasarın asıl belirleyicisi basınç değil, hacimdir.
- Erişkin tip klasik hacim kontrollü ventilasyonda inspirasyon, bunun için gereken basınç ne olursa olsun önceden ayarlanan gaz hacmi bebeğe sağlandığında sonlanır .
- Ancak yenidoğanlarda kullanılan hacim hedefli/garantili ventilasyonda yine istenen hacime ulaşıncaya kadar inspiriyum sonlanmasına karşın maksimum basınç ve maksimum inspiriyum zamanı ayarlaması da yapılır.
- Bununla birlikte hacim hedefli ventilasyon yapan yeni cihazlarda kafsız tüp kullanımına bağlı hacim kaçaklarına karşın kaçak kompanzasyonu da mevcuttur.

Hacim Hedefli/Garantili Ventilasyon

- Her nefeste önceden belirlenmiş V_T verilir
- Cihaz, belirlenen V_T 'yi vermek için gerekli basıncı ayarlar= Biz V_T 'yi ayarlıyoruz, bunu ne kadar basınçla vereceğini cihaz ayarlıyor
- **Güvenlik için üst basınç sınırı belirlenir (Gen < 40 cm H₂O)**
- **Max Ti de belirlenir**
- Akciğer kompliyansı düzeldikçe ayarlanan hacime ulaşmak için gereken basınç azalır- **AUTO-WEANING**

Volüm ventilasyon

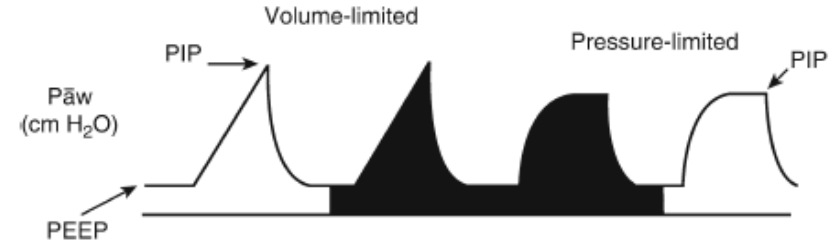
- Döngü: İstenen volüm
- Basınç pasif olarak yükselir
- Basınç değişken

Basınç grafiği:

- Volüm sınırlılarda üçgen, basınç sınırlı ventilasyonda kare şeklindedir. Eğrinin altındaki alan ortalama hava basıncını 'MAP' gösterir.

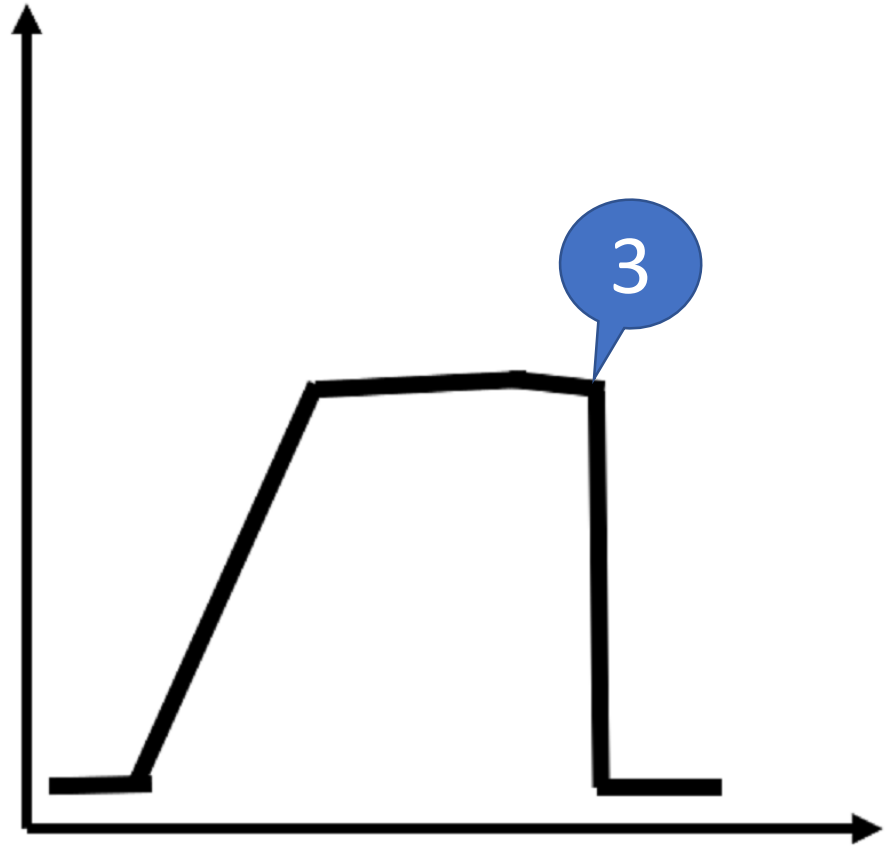
Basınç ventilasyon

- Döngü: zaman veya akım
- Volüm kompliyansa ($\Delta V/\Delta P$) bağlı ve **değişken**



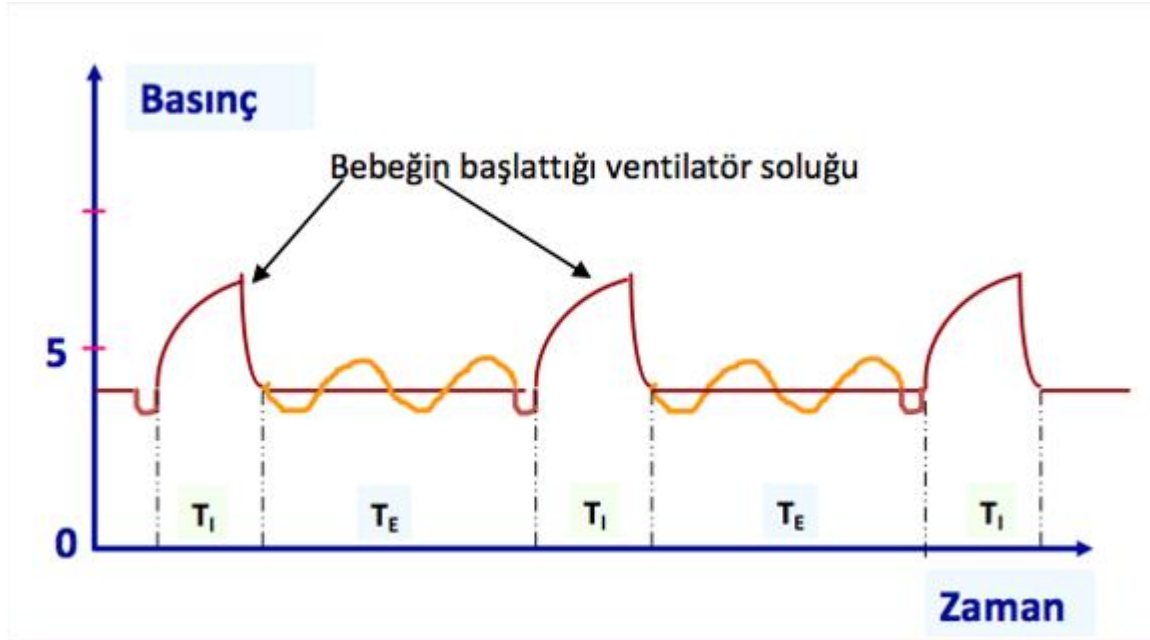
Mekanik Soluğun Sonlandırılması

- A. Zaman döngüsü
- B. Akım döngüsü
- C. Hacim döngüsü



Zaman Döngülü

- Yüksek frekanslı ventilasyon (HFV-HFO) metodları dahil yenidoğanda kullanılan çoğu mod zaman döngülü olarak uygulanmaktadır. Burada ayarlanan T_I kadar sürede inspiyum devam eder.

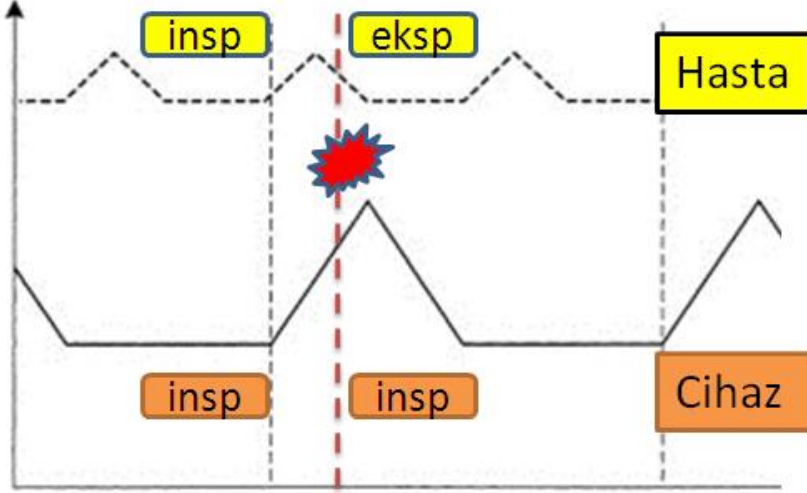


Akım Döngülü

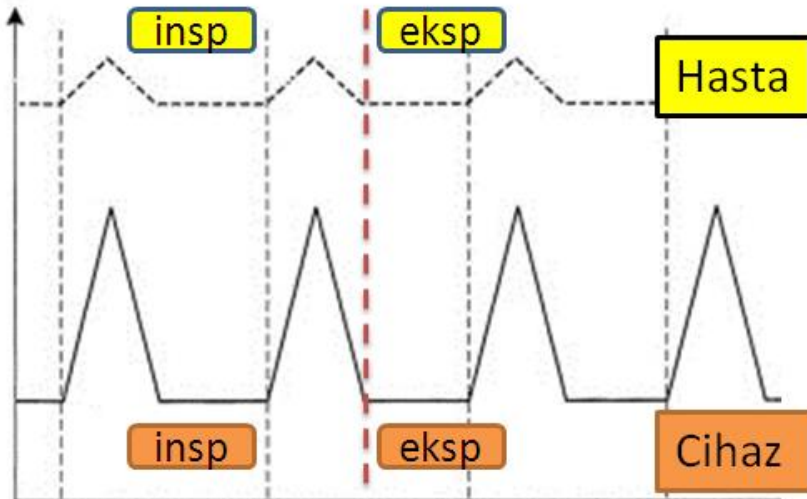
- Tetiklemeli zaman döngülü ventilasyonda inspiryumda senkronizasyon vardır, ancak ayarlanan T_i ile bebeğin soluk zamanı arasında tutarsızlık olursa ekspiryumda çakışma olabilir.
- Akım döngülü ventilasyon ise fizyolojik olana daha yakındır ve proksimal solunum yollarındaki akım hızı tepe akım hızının belli bir yüzdesine (%5-25 ayarlanabilir) düştüğünde ekspiryum başlatılır.

Akım sensörü

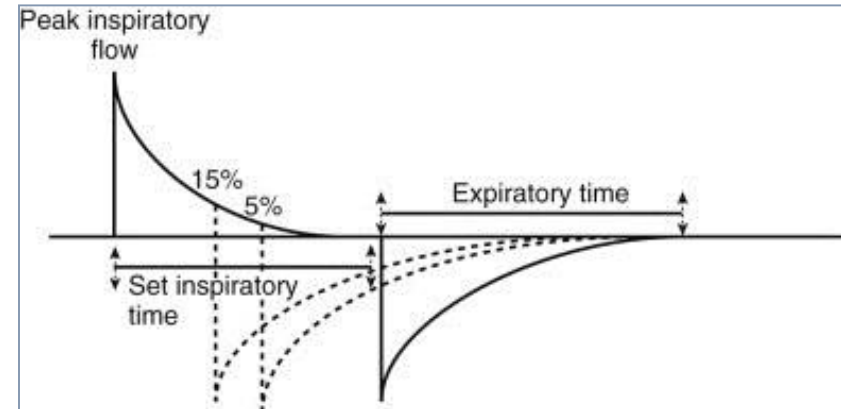




Zaman döngülü
tetiklemeli
ventilasyonda
ekspirasyonda
asenkroni olabilir.



Akım döngülüde ise tam
senkronizasyon vardır



Hacim Döngülü

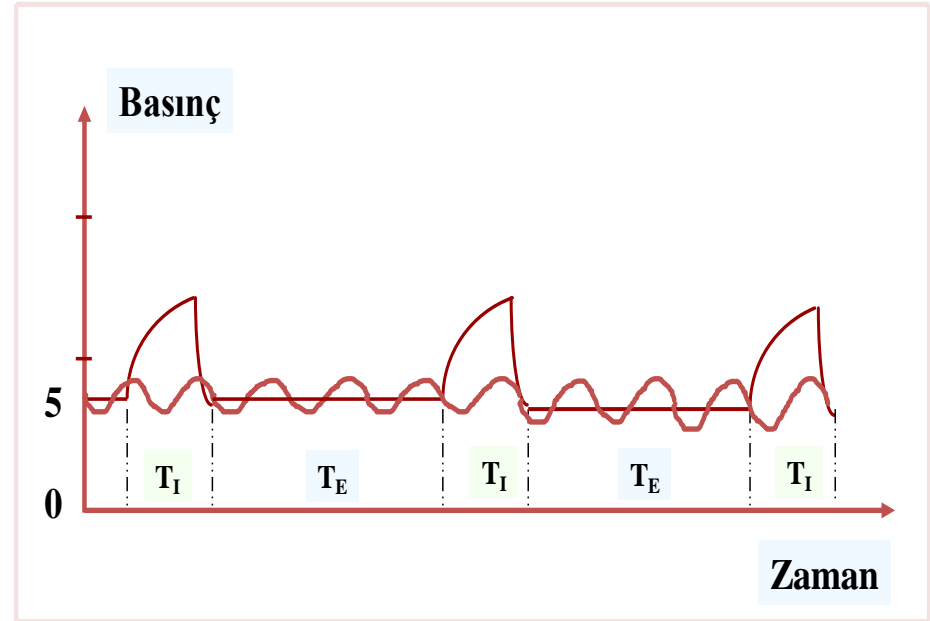
- Hacim kontrollü modlarda ayarlanan VT'ye ulaşılmıca inspiyum sonlanır.
- Yenidoğanda hacim hedefli ventilasyonda hacim döngüsü kullanılmasına karşın, maksimum Tİ ayarlanmakta ve istenilen hacime ulaşılmasa bile ayarlanan bu Tİ sonunda inspiyum sonlanmaktadır.

MEKANİK VENTİLASYON MODLARI

- Aralıklı zorunlu ventilasyon (IMV)
- Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV)
- Destekleyici/Kontrollü ventilasyon (A/C)
- Basınç Destekli Ventilasyon (PSV)

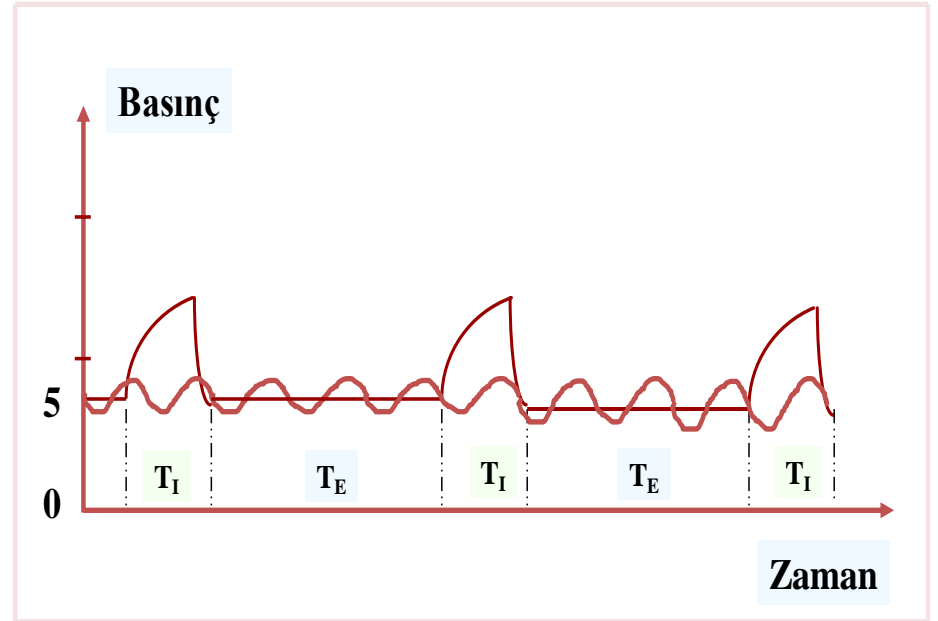
Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (IMV)

- Tetiklemez bir mekanik ventilasyon yöntemidir, bebeğin kendi solunumu solunum aygıtı tarafından algılanmaz.
- Kullanıcı, ventilatörün **düzenli aralıklarla** sağlayacağı hız, T_i , PIP ve PEEP değerlerini ayarlar.
- Bu kontrollü solunumlar arasında hasta ventilatör tarafından sağlanan ısıtılmış, nemlendirilmiş ve O₂'den zengin gazı spontan olarak solur.



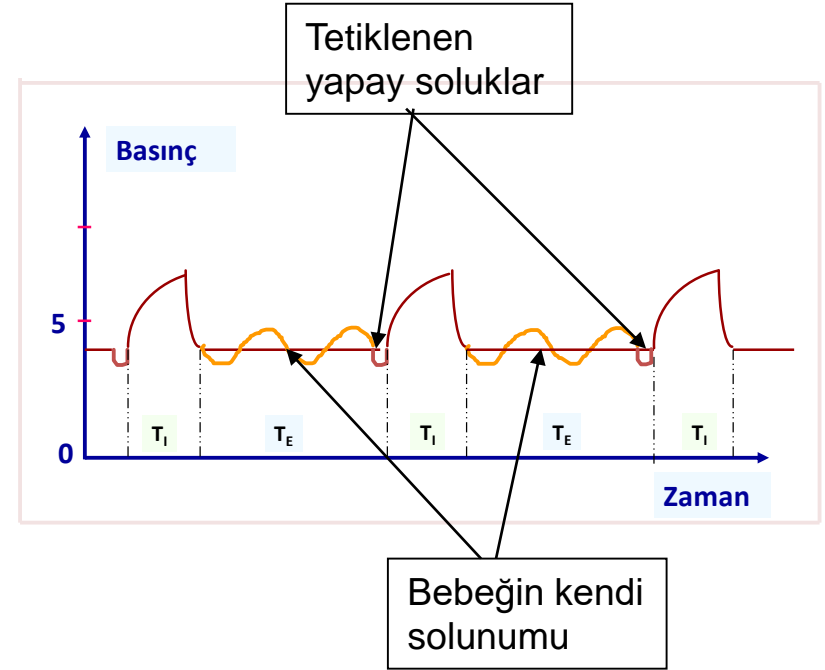
Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (IMV)

- Gaz değişimi, bebeğin ventilatörle rastlantısal eşzamanlı ya da eşzamanlı olmayan solumasına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir, akciğerlerde gaz hapsi ve hava kaçakları olasılığı artar.
- Kan basıncı ve beyin kan akımında dalgalanmalar olduğu ve ventrikül içine kanama olasılığının arttığı bildirilmiştir.
- Volütavma, barotravma, oksijen toksisitesi olabilir.



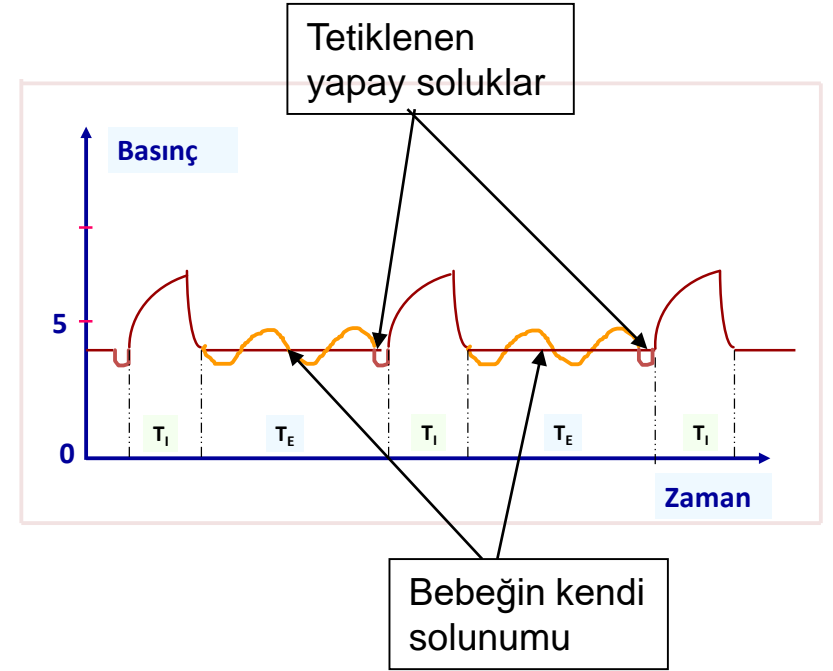
Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

- Solunum aygıtı bebeğin kendi solunumunu algılar ve eş zamanlı olarak inspiryum başlatılır.
- Uygulayıcı tarafından ayarlanan solunum sayısına göre ventilatör solunum zaman aralıklarını belirler.
- Örneğin hız 30 ise, zaman aralığı iki saniyedir.



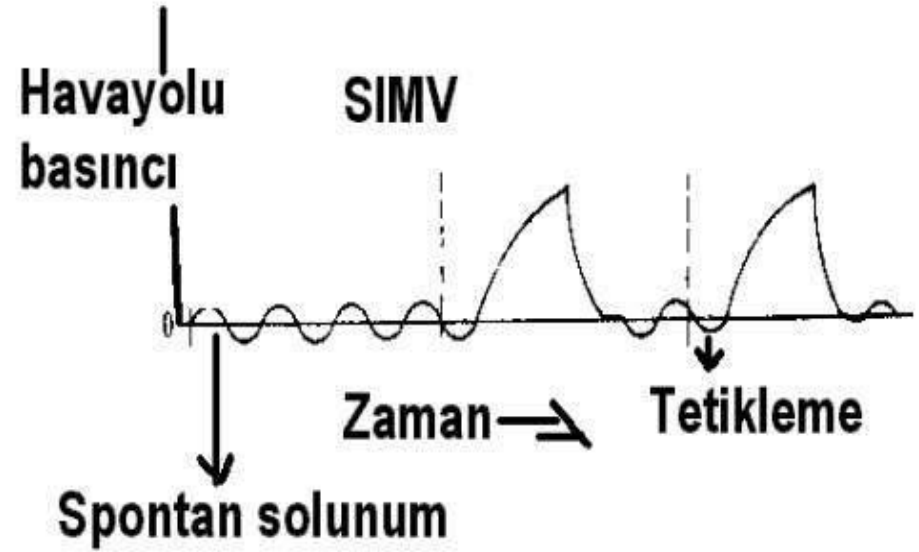
Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

- Bu zaman aralığında bebeğin kendiliğinden aldığı ve ayarlanan eşik değeri aşarak ventilatörün tetiklediği sadece bir soluk ventilatör tarafından PIP ile desteklenir.
- Bebek birden fazla soluk alırsa PIP ile desteklenen ilk soluktan sonraki soluklar yalnızca PEEP ile desteklenir.
- Dakikada desteklenen soluk sayısı bizim ayarladığımız sayı kadardır.



Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

- Belirlenen zaman aralığında bebek hiç soluk almazsa, ventilatör tetiklenmediği halde kendiliğinden bir soluk verir.
- Bebeğin kendi inspirasyon süresi, uygulayıcı tarafından seçilen T_i 'den kısa ise ekspiryumda uyumsuzluk oluşur.



Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

TETİKLEME MEKANİZMASI

- Havayolu akım değişikliği
- Havayolu basınç değişikliği
- Karın duvarı hareketi
- Diyafram hareketi

DÖNGÜ

- Zaman
- Akım (hot wire anemometer)
- Hacim

KLİNİSYEN KONTROL

- P_{IP} (Basınç kontrollü)
- T_V (Hacim kontrollü)
- İnsp. zamanı
- Akım
- SIMV hızı

Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

KULLANIM ve ENDİKASYONLAR

- Primer mod
- Weaning modu olarak da kullanılır.
- Hastanın spontan solunumu olduğu için **parsiyel ventilatör** yardımı yapar.
- Solunum sayısı çok hızlı olan bebekler
- Sedatif kullanımını azaltır.

BAŞLANGIÇ AYARLARI

- Hastanın spontan solunumuna göre hız azaltılır.
- Minimal tetikleme eşiğı: Setlerin, toraks ve batının titreşimi vb cihaz tarafından tetiklenme algılanmayacak düzeylerde olmalıdır. Ancak ventilatör ve setlerdeki kaçakların da altında kalmamalı !!

Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

BAŞLANGIÇ AYARLARI

- **PiP:** Göğsün yeterince yükselmesi sağlanan değerler
 - < 1000 g 14cmH₂O
 - 1000-2000 g 15-20 cmH₂O
 - > 2000 g 20-25 cmH₂O
- **PEEP:** 5 cmH₂O
- **FiO₂:** Kan gazı ve nabız oksimetresi izlemine göre mümkün olan en düşük değer (0.4-0.5).
- **Akım hızı:** 6-8 L/dk (***Bazı cihazlar akım hızını kendi belirler***)
- **T_i:** 0.30- 0.40 saniye
- **T_E:** Genellikle 0.60-0.70 sn
- **Solunum Sayısı:** 40-60/dk

PRESSURE SIMV

MAIN

40.9

mL
Vte

25

cmH2O
Ppeak

17

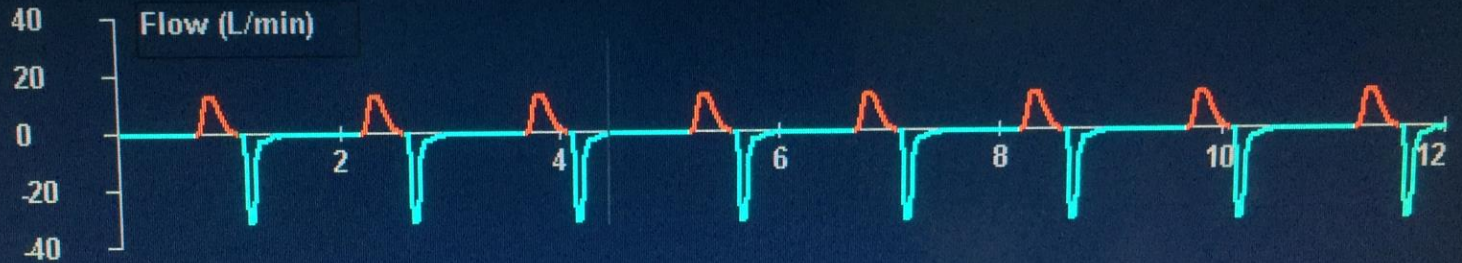
%
FI02

0

%
Leak

40

bpm
Rate



bpm
Rate



cmH2O
Insp Pres



sec
Insp Time



cmH2O
PSV



cmH2O
PEEP



L/min
Flow Trig



%
FI02

0.40sec 1.10sec
1:2.8

Destekleyici /Kontrollü Solutma (A/C)

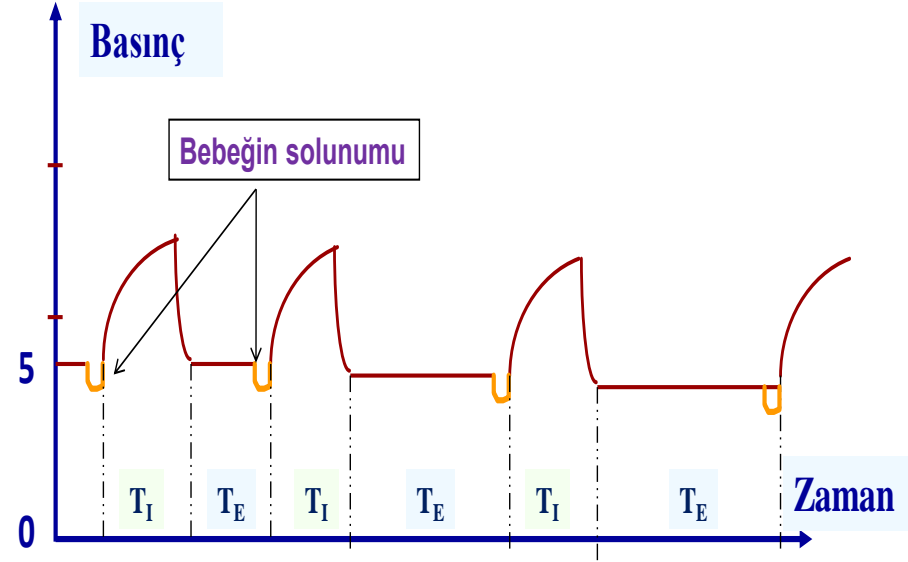
Bir diđer hasta tetiklemeli ventilasyon modudur.

Hastanın solunumu;

- Basınç hedefli veya volüm hedefli olabilir.
- **Hastanın her solunumu desteklenir. Yani dakikada ventilatör destekli soluk sayısının üst sınırı hastanın soluk sayısı kadardır, mekanik soluk sayısı alt sınır ise ventilatörde ayarladığımız sayıdır (backup rate).**
- A/C yöntemi SİPPV (synchronized intermittent positive pressure ventilation) olarak da adlandırılır. **Bazı cihazlarda PTV olarak adlandırılıyor.**

Destekleyici /Kontrollü Solutma (A/C)

- Bebeğin ventilatörü tetikleyebildiği solukların sayısı kullanıcı tarafından yedek olarak ayarlanmış solunum sayısının altında kalırsa ventilatör solunum sayısını ayarlanmış olan sayıya kadar tamamlar.
- Her soluk kullanıcı tarafından belirlenen PIP ile ve T_i süresince desteklenir.



Destekleyici /Kontrollü Solutma (A/C)

Örnek

- Spontan solunumu 70/dk olan hastayı, 40/dk A/C modunda ayarladığımızda
- Hastanın 70 solunumu da desteklenir.
- Bu hastanın spontan solunumu 40'ın altına indiğinde, mesela 30 olduğunda 30 solunum hasta ile birlikte yapılır
- Geriye kalan 10 solunumu ventilatör tamamlar.

Destekleyici /Kontrollü Solutma (A/C)

TETİKLEME MEKANİZMASI

- Havayolu akım değışikliği
- Havayolu basınç değışikliği
- Karın duvarı hareketi
- Diyafram hareketi

**SIMV ile aynı mekanizmalar
ve kontroller!**

KLİNİSYEN KONTROL

- PİP (Basınç kontrollü)
- T_v (Hacim kontrollü)
- İnsp. zamanı
- Akım
- SIMV hızı

DÖNGÜ

- Zaman
- Akım (hot wire anemometer)
- Hacim

Destekleyici /Kontrollü Solutma (A/C)

KULLANIM ve ENDİKASYONLAR

- Tüm hastalar
- Özellikle ELBW bebeklerde akım döngü modu
- Sedatif ihtiyacını azaltır.

BAŞLANGIÇ AYARLARI

- SIMV gibi.
- Minimal tetikleme eşiği: Setlerin, toraks ve batının titreşimi vb cihaz tarafından tetiklenme algılanmayacak düzeylerde olmalıdır. Ancak ventilatör ve setlerdeki kaçakların da altında kalmamalı !!
- Bu hastalarda kendiliğinden tetiklemeye (autocycling) dikkat edilmeli !!

Kendiliğinden Tetikleme (Autocycling)

- Mekanik ventilatörün hastanın solunum çabası varmış gibi algılayıp ventilasyon yapması
- Küçük çapta endotrakeal tüp kullanılması veya bronkoplevral fistül gibi sürekli hava kaçağına neden bir durum olması sonucu proksimal hava yollarında negatif basınç veya akım hızında artış oluşur. Bu durum ventilatör tarafından solunum çabası olarak algılanır.
- A/C modda solunum sayısının üst limiti olmadığından (her solunumu destekler) ciddi komplikasyonlara yol açar.

ÇÖZÜM:

- Uygun boyutta tüp seçimi
- **Tetikleme duyarlılığına dikkat!!!**
- Hastaya dair pulmoner hava kaçaklarının takibi

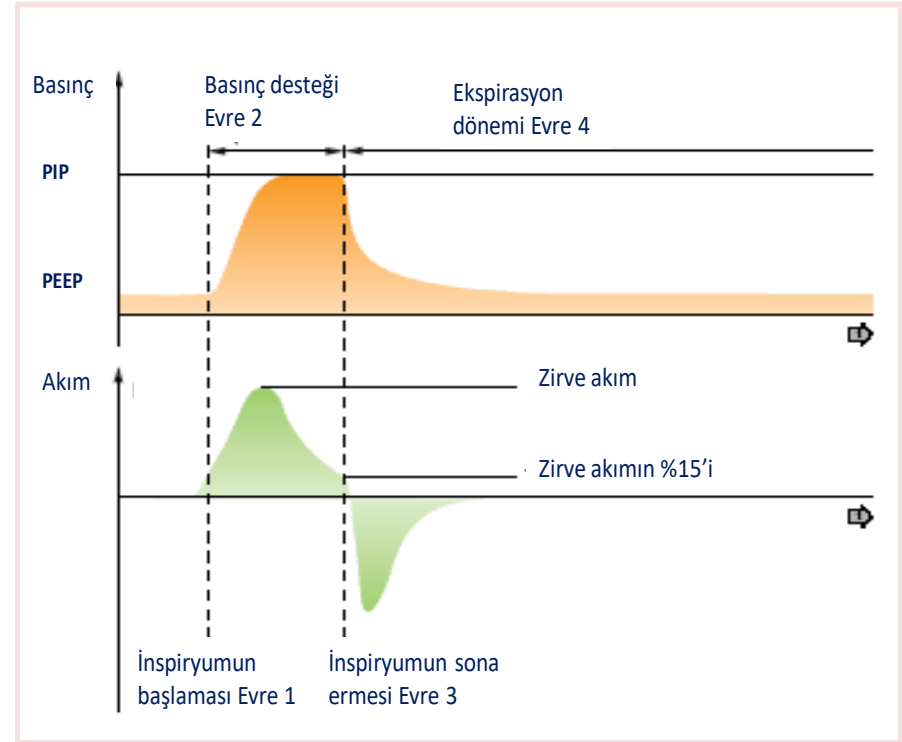
Basınç Destekli Ventilasyon (PSV)

- Bebeğin kendi solunumu tetikleme eşiğini aştığında, **basınç sınırlı ve akım döngülü** bir mekanik soluk oluşur. Soluk, kullanıcının belirlediği PIP ile sınırlandırılır.

Solukların

- **Başlaması,**
- **Süresi,**
- **Sıklığı**

bebek tarafından belirlenir ve soluktan soluğa değişebilir.



CPAP / PSV

MAIN

106

bpm
Rate

6

cmH2O
PEEP

18

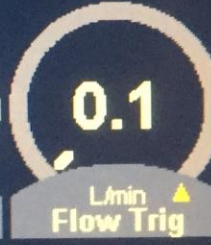
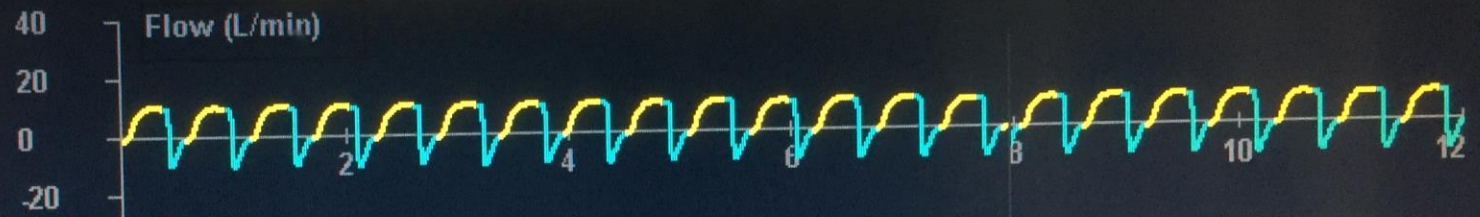
cmH2O
Ppeak

64

psig
O2 Inlet

4

%
FiO2



CPAP / PSV

MAIN

APNEA INTERVAL

40.6

mL
Vte

25

cmH2O
Ppeak

16

%
FI02

0

%
Leak

40

bpm
Rate

MODE SELECT

Volume
A/C

Pressure
A/C

TCPL
A/C

Volume
SIMV

Pressure
SIMV

TCPL
SIMV

Nasal
CPAP

Volume

Pressure

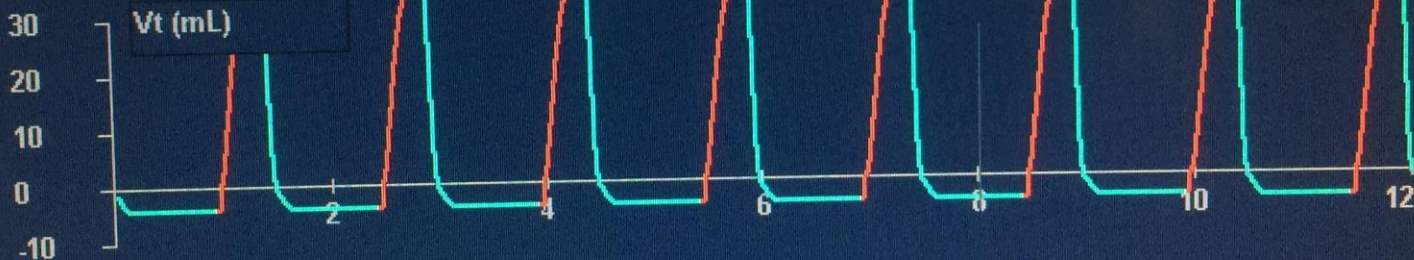
TCPL

Apnea
Settings

CPAP /
PSV

Mode
Accept

APNEA MODE



40

bpm
Rate

20

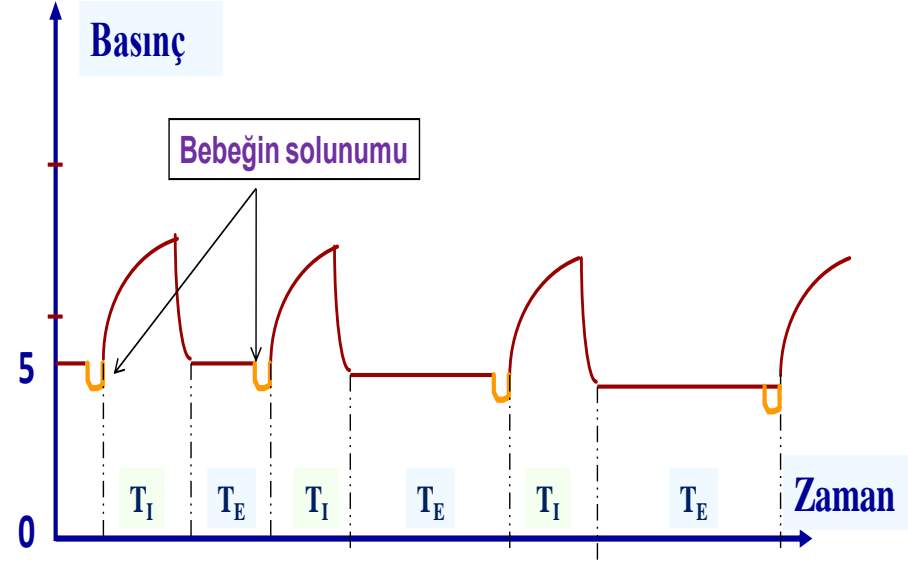
cmH2O
Insp Pres

0.40

sec
Insp Time

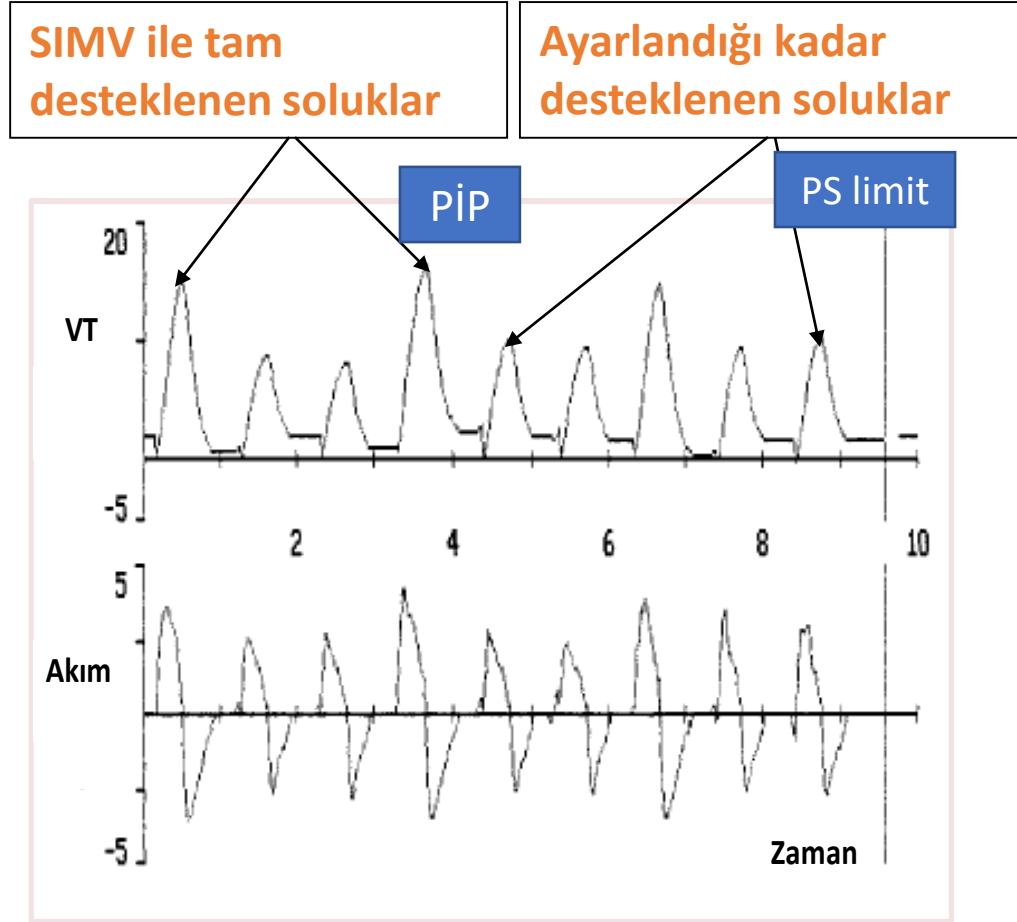
Basınç Destekli Ventilasyon (PSV)

- PSV bazı ventilatörlerde tek başına, bazılarında ise SIMV yöntemine ek olarak kullanılmaktadır.
- ETT tüp ve setteki direnci ekarte eden bir mod.



Basınç Destekli Ventilasyon (PSV)

- SIMV ile birlikte kullanıldığında, soluklara kullanıcının belirlediği oranlarda basınç desteği sağlanır.
- PS limit SIMV basınç desteğinin %70 veya 80'i gibi) Bu destek set veya tüp direncini yener. Hasta eforu arttıkça PS max azaltılır.



Başlangıç Ayarları: SIMV ayarlarına ek olarak basınç destek miktarı (PS limit) ayarlanır).

PRESSURE SIMV

MAIN

40.9

mL
Vte

25

cmH2O
Ppeak

17

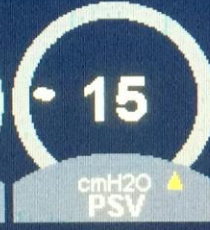
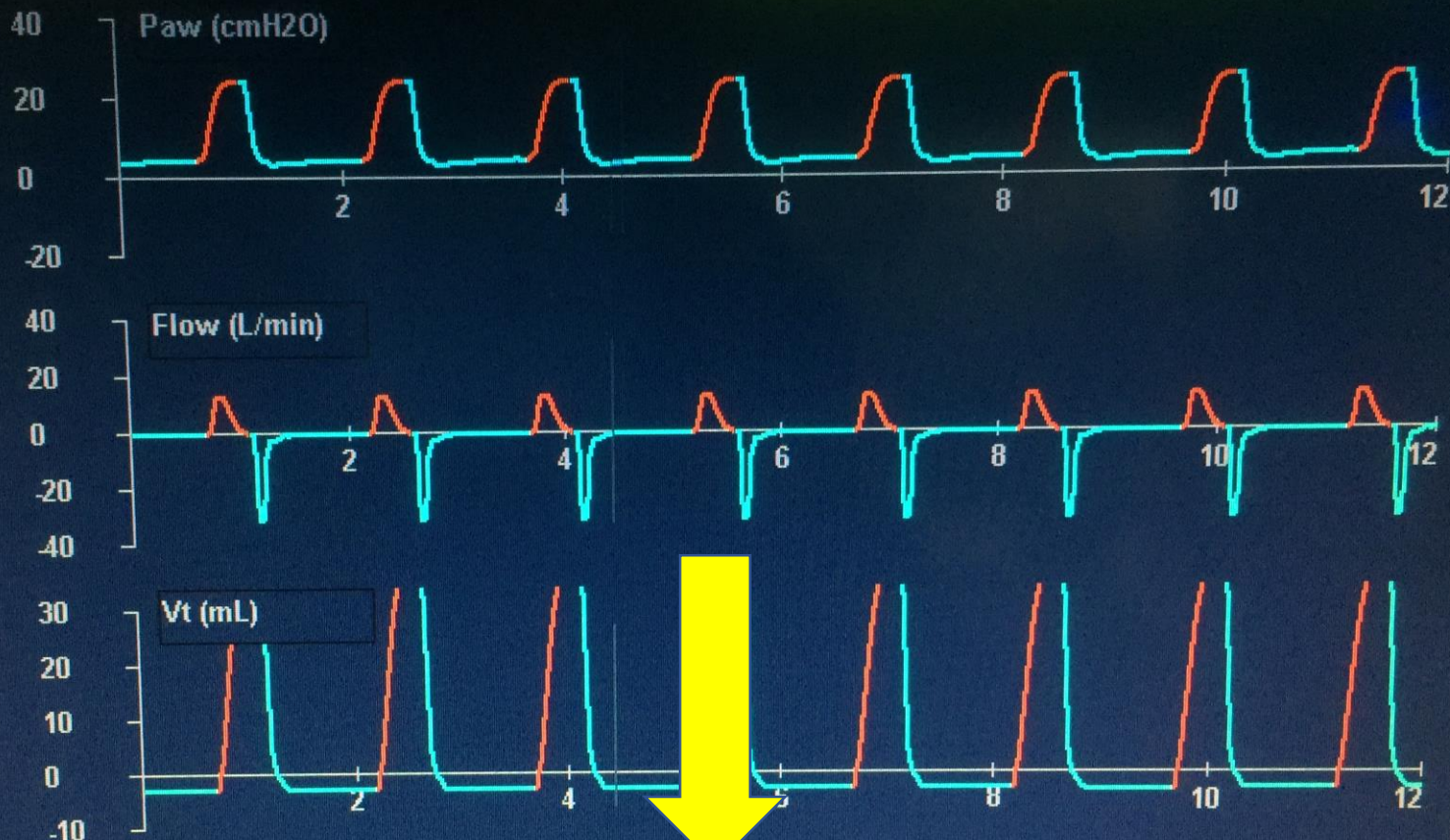
%
FI02

0

%
Leak

40

bpm
Rate



0.40sec 1.10sec
1:2.8

Basınç Destekli Ventilasyon (PSV)

KULLANIM ve ENDİKASYONLAR

- Weaning mod
- BPD hastaları

BAŞLANGIÇ AYARLARI

- **Klinisyen: basınç destek seviyesini belirler (PSmax) ve PEEP ayarlar.**
- Backup ayarları SIMV ve A/C gibi.
- Minimal asist sensitivity (setlerin titreşimi vb cihaz tarafından tetiklenme algılanmayacak düzeylerde olmalı!!)

TEŐEKKÜR EDERİM

