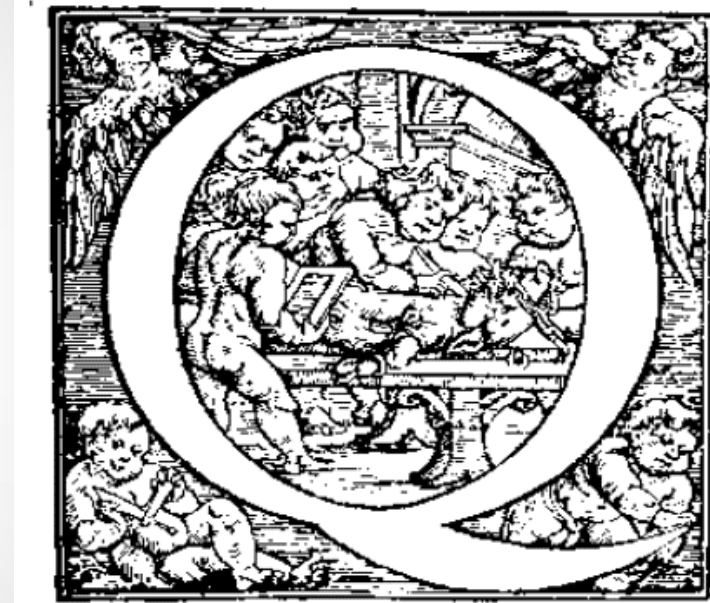


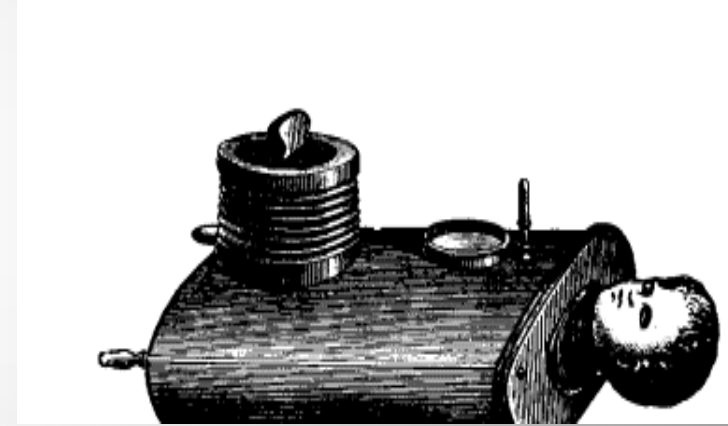
# TARİHSEL GELİŞİM

- İlk kez Hipokrat MÖ. 460 yılında havayı bilimsel olarak değerlendirmiş ve suda boğulma vakalarında nefes borusuna yerleştirilecek bir kanül vasıtasıyla hastaya hava gönderilmesi gerektiğini bildirmiştir.
- MÖ. 380 yıllarında Aristo hayvanların havasız odalarda öldüğünü gözlemlemiş ve yaşamın sürdürülmesi için taze havanın şart olduğunu belirlemiştir.
- 1493'de Paracelsus yangın körüğü kullanarak bir hastada asiste ventilasyonu denemiştir.
- Mekanik ventilasyon uygulamasının ilk örneği ise 1541'de Vesalius tarafından gerçekleştirilmiştir. Vesalius ölmek üzere olan bir köpeği trakeasına yerleştirdiği kanülle havalandırmış ve kalp atışlarındaki düzelmeyi saptamıştır **(Şekil 1-1)**



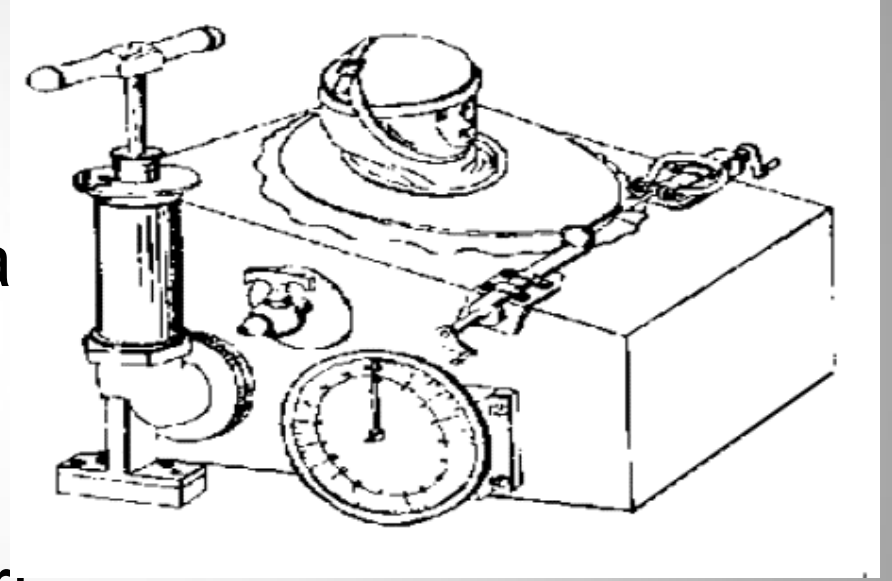
(Şekil 1-1)

- 1635'de Hook toraks hareketi olmasa da akciğerlere temiz hava ulaştırılması halinde yaşamın devam ettiğini ortaya koymuştur.
- 1763'de Smellie bir hastada trakeaya yerleştirdiği metal bir tüple solunum havasını akciğerlere yollamayı başarmıştır.
- 1775'de Hunter köpeklerde ekspirasyon ve inspirasyon için çift körüklü bir sistem kullanmıştır.
- 1786'da Kite ilk defa ventilasyonda volum sınırlamasının önemini ortaya koymuştur.
- 1790'da Courtois ilk kez körük yerine piston silindir kullanarak yapay ventilasyonu gerçekleştirmiştir.
- 1864'de Alfred Jones "spirophore" adı verilen ve vücudu içine alan ilk tank ventilatörü yani negatif basınçlı ventilatörü tanıtmıştır **(Şekil1- 2)**.



**(Şekil1- 2)**

- 1876'da Woillez çelik akciğerin ilk prototipi olan “spirofor”u geliştirmiştir (Şekil1- 3).
- 1880'de Mac Evven'in endotrakeal tüpü geliştirmesi mekanik ventilasyon uygulamasında bir dönüm noktasıdır.
- 1886'da Tuffer ve Hallion kafli endotrakeal tüp ve geri solumasız valv ile ilk parsiyel akciğer rezeksiyonunu gerçekleştirmişlerdir.



(Şekil1- 3).

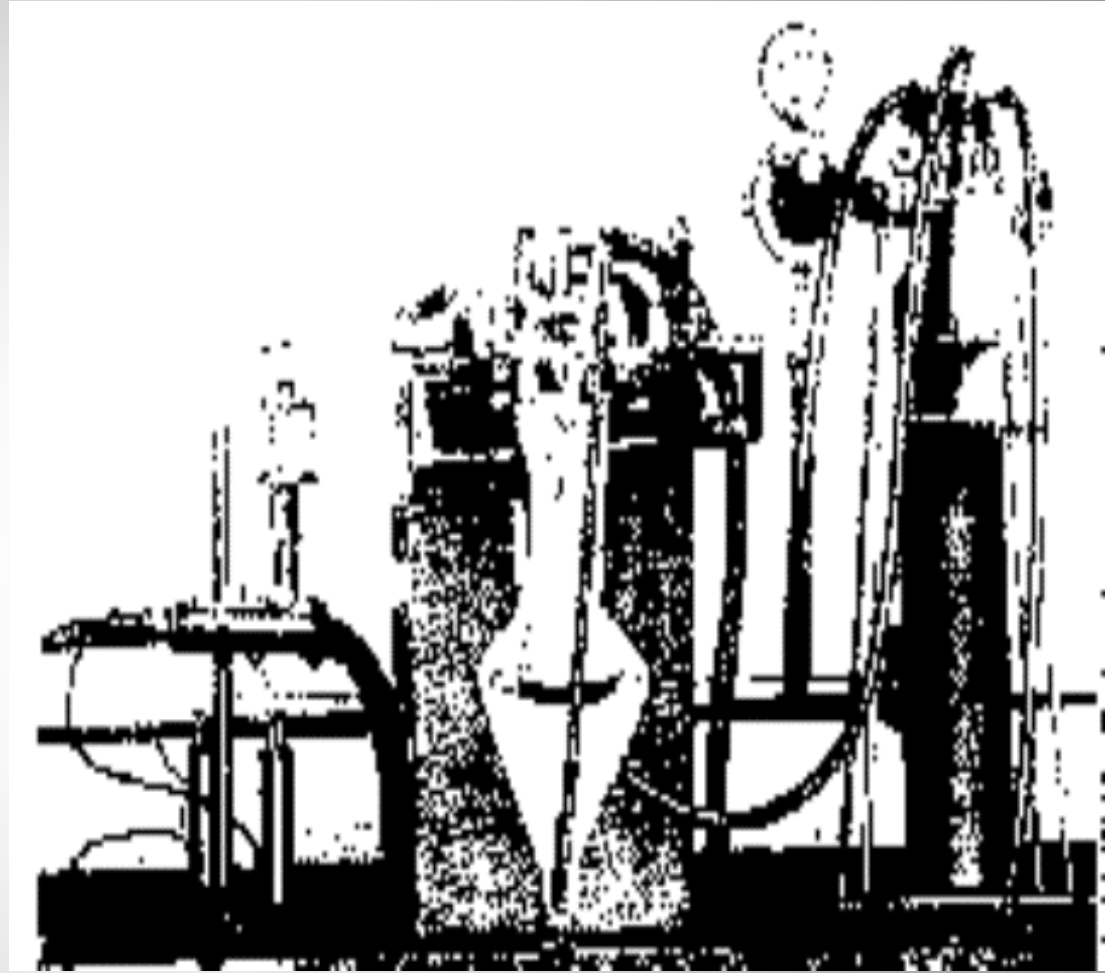
- 1893'de Fell ve O'Dwyer, operasyon sırasında hastanın ventilasyonunu bir laringeal kanül ve ayakla idare edilen körük yardımıyla sağlamaya başlamışlardır. 1896'da Matas bu sisteme kompresörü de eklemiştir

**Şekil 1-4**



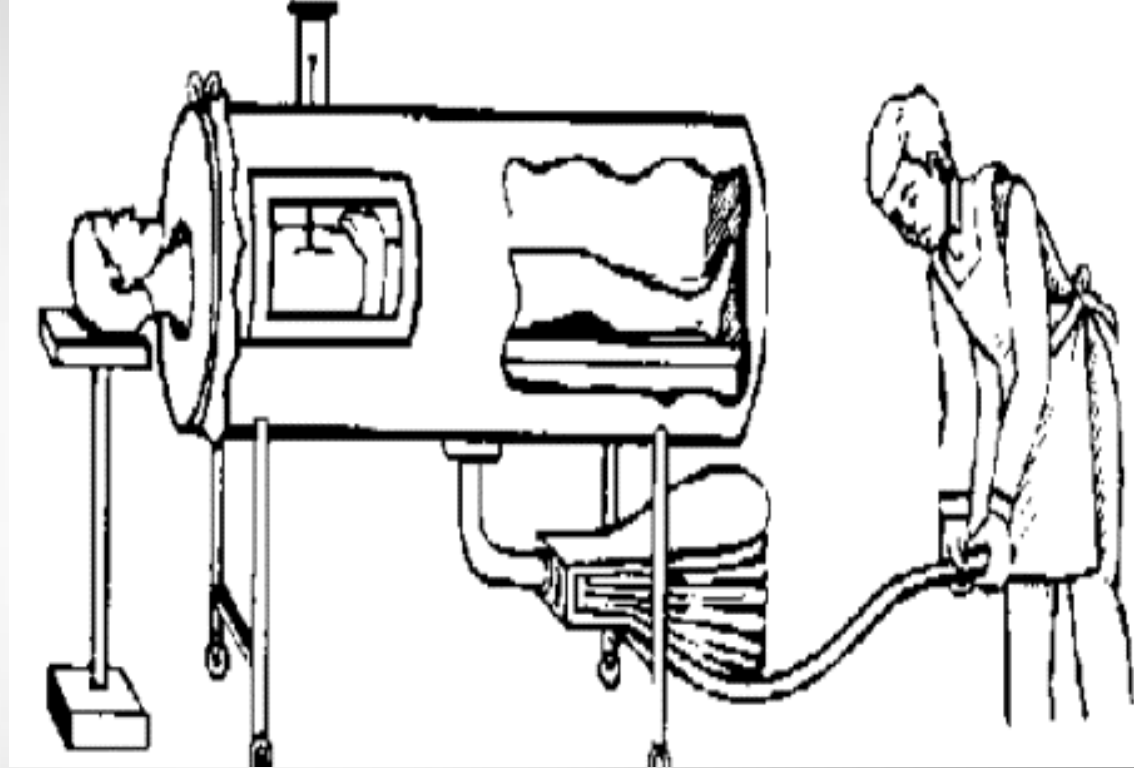
(Şekil 1-4).

- 1909'da Janeway ve Green cerrahi kullanım için ilk intermittent (aralıklı) zorunlu pozitif basınçlı ventilatörü geliştirmişlerdir.



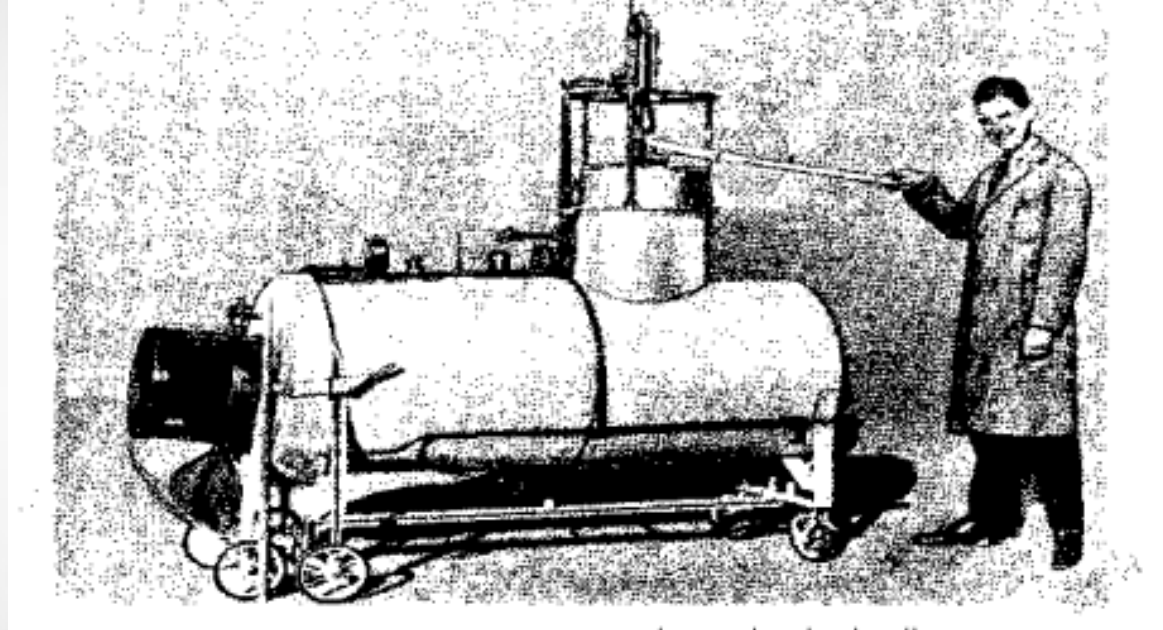
(Şekil 1-5).

- 1911 yılında Drager resüsitasyon için pulmotoru geliştirmiştir.



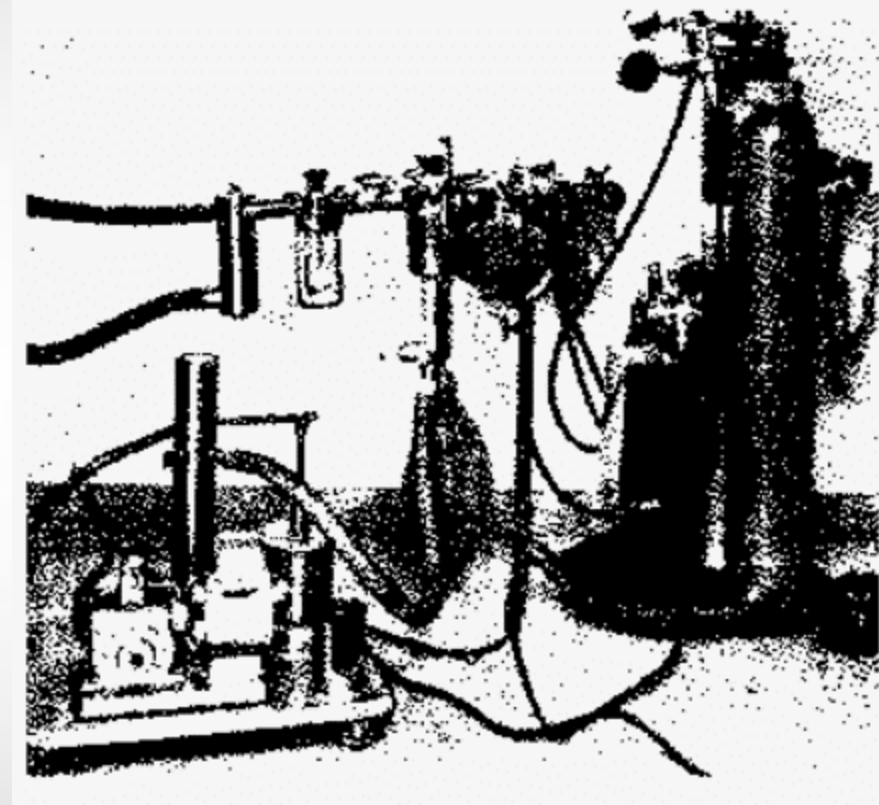
(şekil 1 - 6).

- 1928'de Drinker tank içi basıncın elektrikli bir motor ile değiştirilebildiği ilk elik akciğeri tanıtılmıştır.



(şekil 1-7).

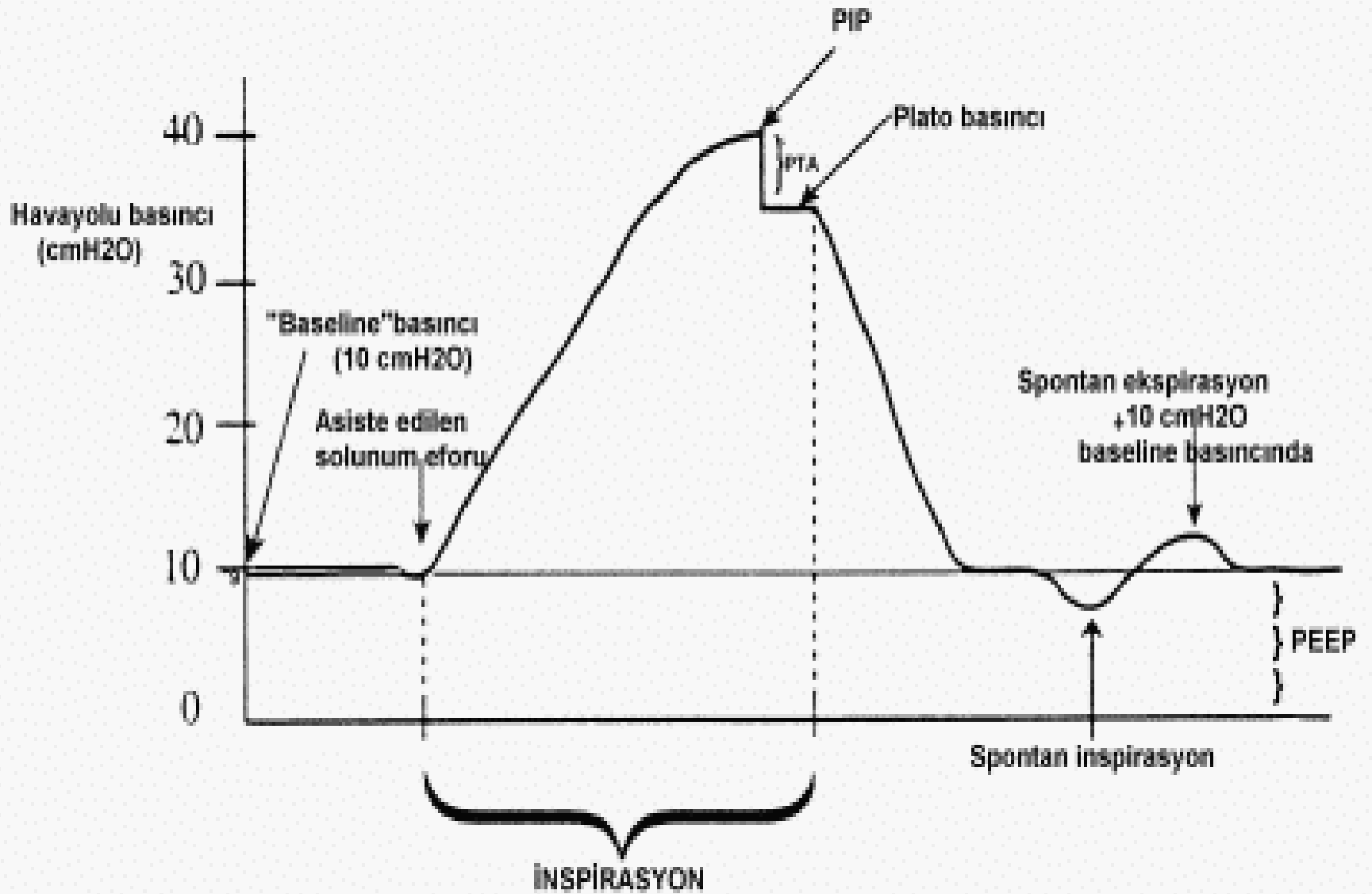
- 1931'de Emerson'ın geliştirdiği Drinker'in benzeri elik akciğer 1948-49 yıllarındaki Los Angeles Polio epidemilerinde yaygın kullanım alanı bulmuştur.
- Crafoord, Frenckner ve Andreason 1940 yılında “spiropulsatör” olarak adlandırılan ve “aralıklı pozitif basınç” uygulayan bir ventilatörü kullanıma sokmuşlardır.
- Mörch 1941'de “aralıklı pozitif basınç” uygulayan ilk piston ventilatörü yapmıştır



(şekil 1- 8).



- Modern anlamda pozitif basınçlı mekanik ventilasyon ilk olarak, 1952 Danimarka ve 1953'de İsveç'te ortaya çıkan polio epidemilerinde Engström tarafından uygulanmıştır.
- “Akut sıkıntılı solunum sendromu (Acute Respiratory Distress = ARDS)” tedavisinde sürekli pozitif havayolu basıncı uygulanması 1971 yılında gündeme gelmiştir. Aynı yıl Oberg ve Sjöstrand yüksek frekanslı pozitif basınçlı ventilasyonu takdim etmişlerdir.
- 1973 yılında mekanik ventilasyonun sonlandırılmasında “aralıklı zorunlu ventilasyon uygulaması” ileri bir teknik olarak gündeme gelmiştir.
- 1980'den itibaren mikroişlemci ventilatörler hızla yaygınlaşırken “basınç kontrollü” ve “basınç destekli” ventilasyon gibi yeni modlarla günümüze kadar gelinmiştir.

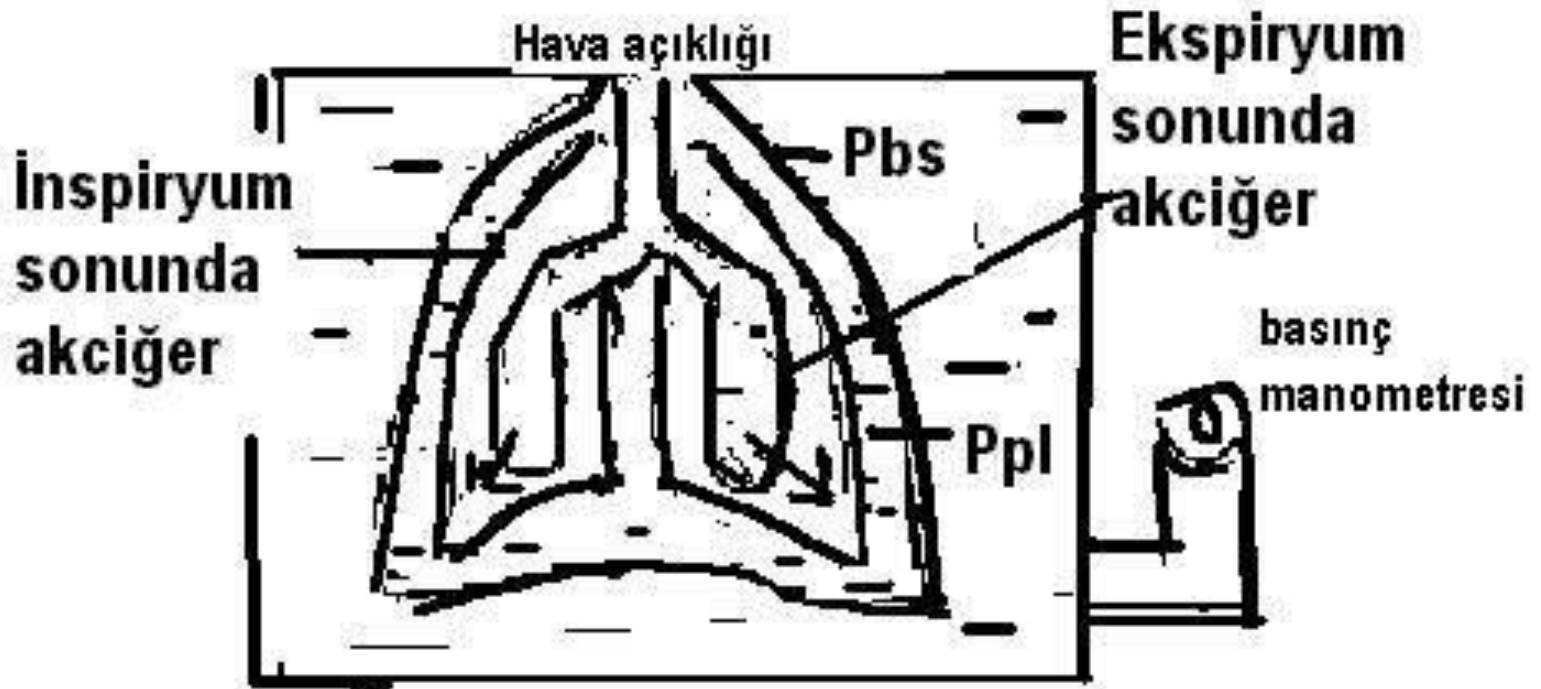


# Mekanik ventilasyon amacıyla geliştirilen yöntemler

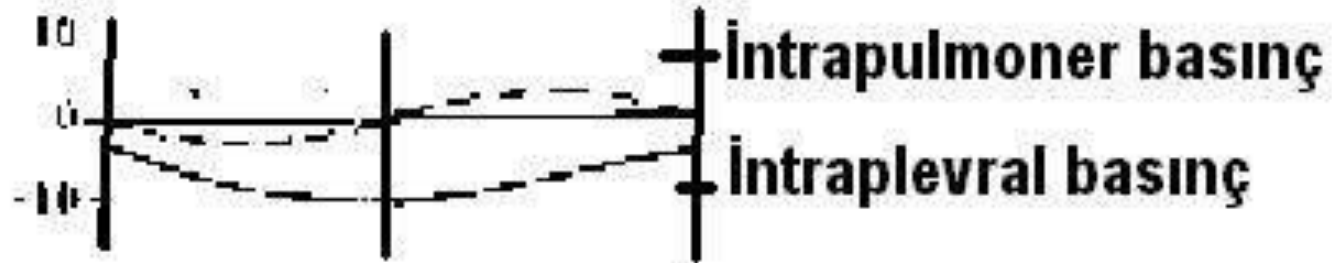
- Negatif basınçlı ventilasyon
- Pozitif basınçlı ventilasyon
- Yüksek frekanslı ventilasyon.

# 1 - NEGATİF BASINÇLI VENTİLYASYON:

- Negatif basınçlı ventilasyon uygulamasında solunum kaslarının fonksiyonları taklit edilmekte ve hastanın fizyolojik mekanizmalara göre ventilasyonuna izin verilmektedir. Tank ventilatörler veya demir akciğer (Iron lung) bu tip ventilatörlere örnektir.
- Bu uygulamada hastanın toraks bölgesi yada tüm vücudu negatif yani atmosferik basınçtan daha düşük basınç oluşturulmak üzere hava geçirmez bir kabin ile kapatılır. Toraks çevresinde ventilatör tarafından negatif basınç oluşturulduğunda bu basınç göğüs duvarını geçer, intraplevral ve alveolar boşluğa yansır.
- Sonuçta intrapulmoner ve intraalveolar boşluk ağız basıncına göre daha negatif hale gelir ve solunum havası akciğerlere ulaşır. Göğüs duvarı etrafındaki negatif basınç kaldırılınca bu kez ekspirasyon meydana gelir ve akciğerlerin normal elastik büzüşmesi ile havanın dışarı doğru akımı sağlanır.



İnspirasyon Ekspirasyon

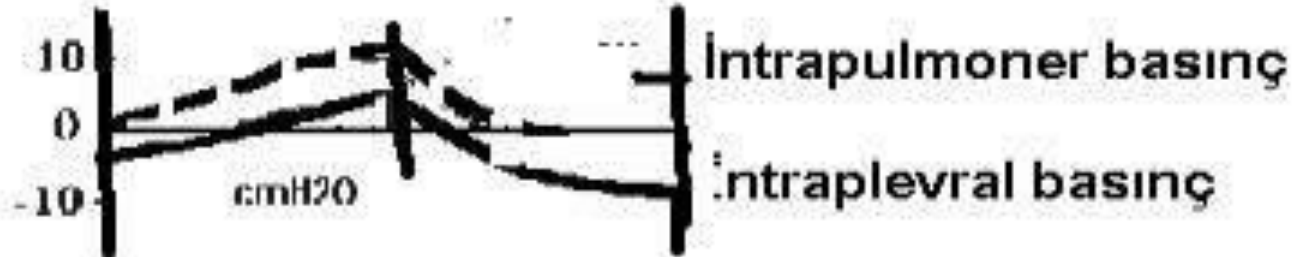
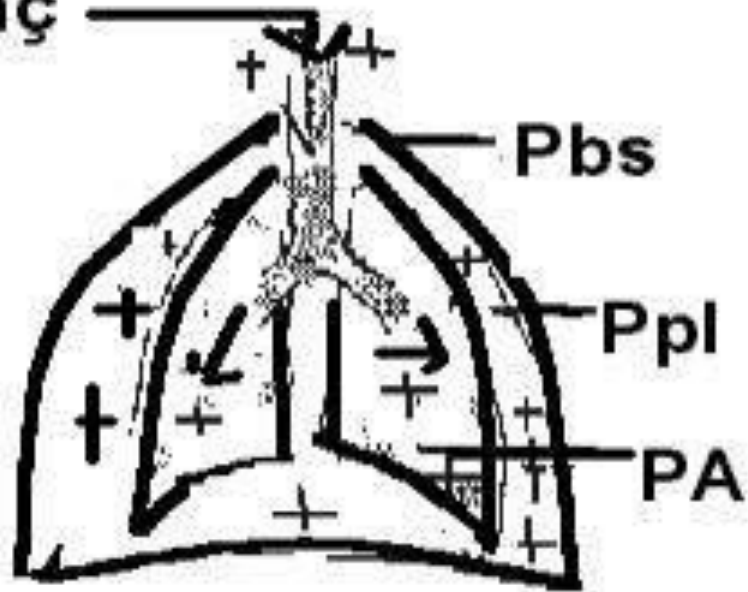


www.umke.org  
Negatif basınçlı ventilasyon örneği

# 2 - POZİTİF BASINÇLI VENTİLASYON

- Bu tür ventilasyon endotrakeal entübasyon veya trakeostomi ile sağlanan bir yapay havayolu aracılığıyla akciğerlere belirli bir basınçta gaz akımı sağlanması prensibine dayanmaktadır.
- Pozitif basınçlı ventilatörler hastanın akciğerlerine hava yollanmaya başladığında basınç değeri ağızda pozitif, alveolde ise sıfırdır. Böylece oluşan bir basınç gradiyenti ile solunum havası alveollere ulaştırılır. Bu amaçla üst havayollarında oluşturulan insuflasyon basıncı, akciğer ve göğüs duvarının elastik büzüşmesi ve havayolu direncini yenmek için gerekli basınçların toplamına eşittir. Böylece alveollerde progressiv olarak pozitif bir basınç meydana gelmektedir.
- Pozitif basınçlı ventilasyonda inspirasyon sonunda ventilatörün pozitif basınç uygulaması durur. Bu durumda "ağız basıncı" sıfıra düşer, alveoller basınç ise hala pozitifdir. Böylece ağız ve alveol arasında yine bir basınç gradiyenti meydana gelir ve hava dışarı çıkar.
- Ekshalasyon pasiftir ve alveoler basıncın sıfıra dönmesi ile ekspirasyon son bulur.
- **Günümüzde klinik uygulamada rutin olan mekanik ventilasyon tekniği pozitif basınçlı ventilasyondur**

# Pozitif basınç



Pozitif basınçlı ventilasyon örneği

# 3 - YÜKSEK FREKANSLI VENTİLAYSON

- Yüksek frekanslı ventilasyon aslında pozitif basınçlı ventilasyon esaslarına göre çalışan bir uygulamadır. Yalnız burada hastanın ventilasyonu için gerekli solunum dakika volümü düşük ventilasyon volümleri ve yüksek ventilasyon hızları kullanılarak sağlanmaktadır. Bu amaçla düzenlenmiş 3 temel model vardır:
- **1-Yüksek frekanslı pozitif basınçlı ventilasyon (High frequency Positive Pressure Ventilation = HFPPV):** Bu tür ventilasyonda solunum sayısı 60 - 100/dakikadır.
- **2 - Yüksek frekanslı jet ventilasyon (High frequency jet ventilation: HFJV) :** Burada solunum sayısı 100 - 600/dakika'dır.
- **3 - Yüksek frekanslı ossilasyon (High frequency ossilation: HFO):** Frekans dakikada 1000'in üzerinde yaklaşık 4000/dakika'dır.
- Bu ventilasyon modları genelde özel hasta grupları için önerilmektedir. Zaten başlangıçta respiratuar distresli infantlar ve bronkoplevral fistül gibi hava kaçağı olan hastalarda kullanılmak üzere planlanmışlardır.



# MOD SEÇİMİ VE VENTİLASYON MODLARI

- **Ventilasyon modu nedir?**

Ventilasyon modu ventilatörlerin nasıl davrandığını tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Tarihsel gelişim içinde inspirasyonun başlamasını sağlayan yöntemler "mod" olarak tanımlanmışlardır.

- Ventilasyon modu seçilirken ilk planlanması gereken total veya parsiyel solunum desteğidir.

- Total ventilasyon desteğinde kullanılan başlıca modlar

- IPPV
- IMV
- SIMV ve
- PCV'dur.

- Parsiyel ventilasyon desteğinde ise hastanın spontan eforunu korumak ve desteklemek üzere herhangi bir mod uygulanabilir.

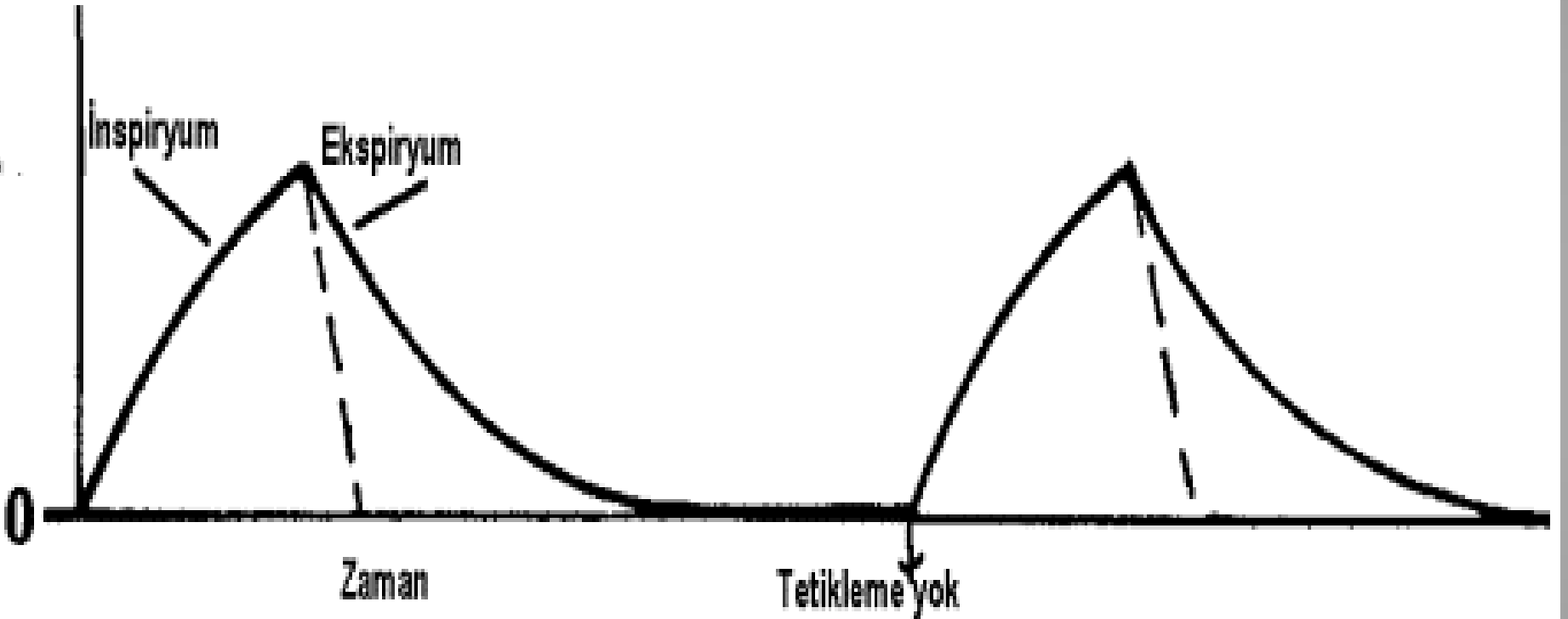
# ventilasyon modları nelerdir?

- KONTROLLÜ VENTİLASYON (CMV veya IPPV )
- ASİSTE VENTİLASYON veya ASİSTE-KONTROLLÜ VENTİLASYON
- ARALIKLI ZORUNLU VENTİLASYON (INTERMITTANT MANDATORY VENTILATION) = IMV
- SENKRONİZE ARALIKLI ZORUNLU VENTİLASYON (SYNCRONIZED INTERMITTANT MANDATORY VENTILATION ) =SIMV
- BASINÇ KONTROLLÜ VENTİLASYON =PCV TERS ORANTILI VENTİLASYON (INVERSE RATIO VENTILATION) = IRV
- BASINÇ DESTEKLİ VENTİLASYON (PRESSURE SUPPORT VENTILATION) = PSV
- ZORUNLU DAKİKA VOLÜMLÜ VENTİLASYON (MANDATORY MINUTE VENTILATION) = MMV
- AIRWAY RELEASE VENTILATION =APRV
- PEEP ve CPAP
- YÜKSEK FREKANSLI VENTİLASYON (HIGH FREQUENCY VENTILATION (HFPPV)
- YÜKSEK FREKANSLI JET VENTİLASYON (HFJV)
- YÜKSEK FREKANSLI OSİLASYON (HFO) [www.umke.org](http://www.umke.org)

# KONTROLLÜ VENTİLASYON (CMV)

- Kontrollü ventilasyon kullanımı hastanın solunum eforunun olmadığı durumlarda en uygun seçimdir. Burada hastaya kullanıcı tarafından belirlenen solunum hızı ve tidal volümde pozitif basınçlı solunum uygulanır
- Spontan solunumu olan bir hastada paralizi ve sedasyon sağlanmadıkça CMV uygulaması güçtür. Aksi takdirde karşımıza “**hastanın ventilatörle uyumsuzluğu, savaşıması**” gibi hiç istenmeyen bir durum çıkacak ve mekanik solutma yarardan çok hastaya zarar verecektir.
- Spontan eforun korunması düşünülen durumlarda kontrollü ventilasyon uygulamasının en emniyetli şekli IMV dir. Burada uygun frekans ve tidal volüm programlanırken hastanın spontan solumasına da izin verilir.

Havayolu basıncı



**Kontrollü mekanik ventilasyon**

# CMV'yi hangi hastada kullanalım

- İlaçlara bağlı (örn.anestezi altında),
- Serebral fonksiyon bozukluğu,
- Spinal kord veya periferik sinir hasarlanması, veya motor sinir paralizi nedeniyle istemli olarak ventilasyon yapamayan hastalarda CMV endikedir.
- Tetanus,status epileptikus gibi önlenemeyen nöbetlerin veya devamlı kontraksiyonların meydana geldiği durumlarda da sedasyon ve paralizi sağlanarak CMV uygulaması, uygun olabilir.
- Kafa travmalı veya nörocerrahi sonrası intrakranial basıncı yüksek hastalarda da kontrollü mekanik ventilasyonla hiperventilasyon sağlanarak ICP azaltılabilir.

# ASİSTE VENTİLASYON (ASV)

- Eğer hastanın solunum eforu var fakat yetersiz ise bu mod kullanılabilir. Hastanın soluk alma gayreti sırasında meydana gelen basınç değişikliği ventilatör tarafından saptanır.
- Burada tetikleme mekanizması söz konusudur yani ventilatör belli bir negatif basınca duyarlı kılınır.
- 
- Ventilatör basınç değişikliğini tespit ettiğinde inspiratuar siklusu başlatır. Bu modda tidal volüm ventilatör tarafından, solunum hızı hasta tarafından belirlenir.

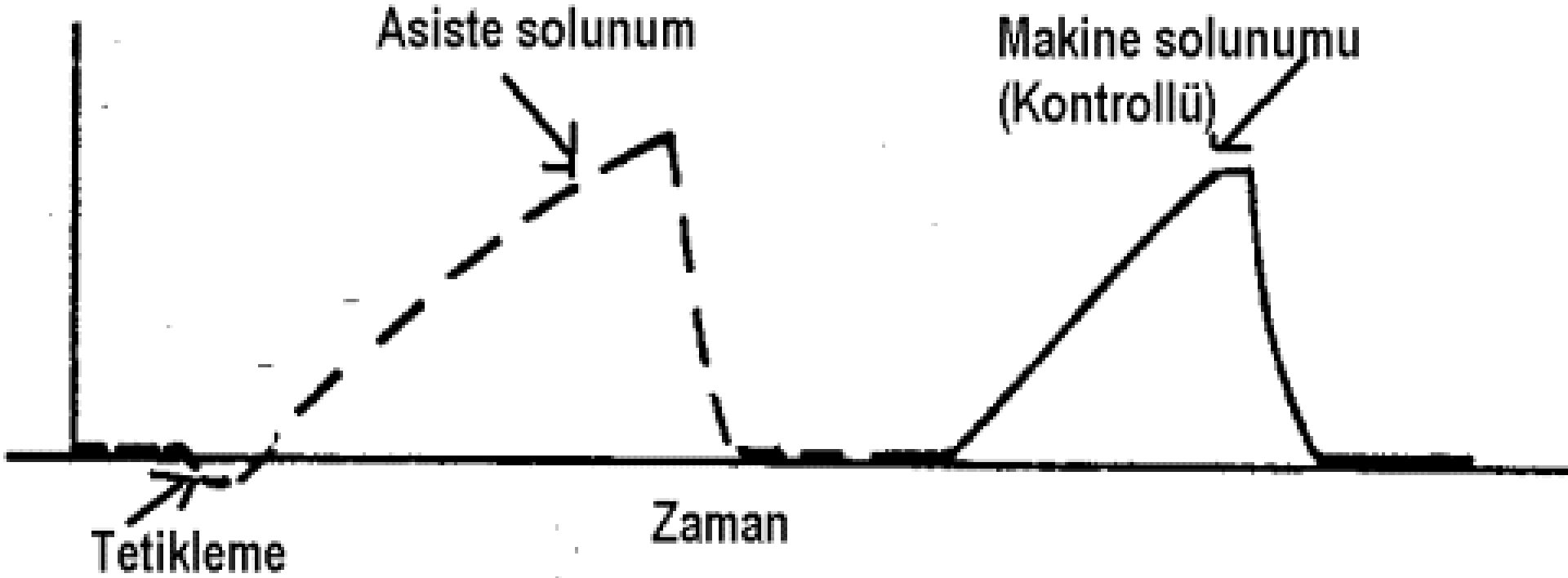
- ASV'da ventilatörün hastanın, inspirasyon işinin % 30-50'sini üstendiği bilinmektedir. Ancak eğer hastanın spontan ventilasyonu aktif veya ayarlanmış akım hızı ile hastanın solunumu uyumsuz ise "hızlı makina siklusu" oluşacaktır.
- Bu durum ancak makinanın hastanın eforuna daha az duyarlı hale getirilmesi, yani makinanın vereceği solunumu tetiklemek için gerekli basıncın daha negatif hale getirilmesiyle düzeltilebilir. Aksi durumda ventilatör hastanın eforuna duyarsız ise duyarlılık artırılmalıdır.
- Pratikte etkin bir asiste ventilasyon sağlamak zordur, ventilatörün çok iyi ayarlanması ve dikkatle izlenmesi gerekir.

# ASİSTE - KONTROLLÜ VENTİLASYON

- Asiste ventilasyon uygulanan hastalarda inspirasyon eforu yeterli olmazsa hipoventilasyon riski artar. Bunu önlemek için uygun solunum hızı ve tidal volüm ayarlaması ile “minimum dakika ventilasyonu” garanti edilebilir. Bu mod asiste - kontrollü ventilasyondur.
- Burada kontrollü solunum hızı hastanın solunum eforundan daha az tutulmalıdır. Asiste ve asiste kontrollü ventilasyonda en önemli problem duyarlılıktır. Hastanın solunum eforuna göre makina düşük değerlere (aşırı hassas) ayarlanırsa hiperventilasyon riski artacaktır. Bu durumda respiratuar alkaloz ve oto-PEEP kaçınılmazdır.
- Söz konusu istenmeyen etkilerin önlenmesinde asiste modlarda hastanın ventilatörle uyumu ve solunum sayısının sınırlandırılmasında sedatif ve narkotik uygulaması son derece etkin bir yoldur.



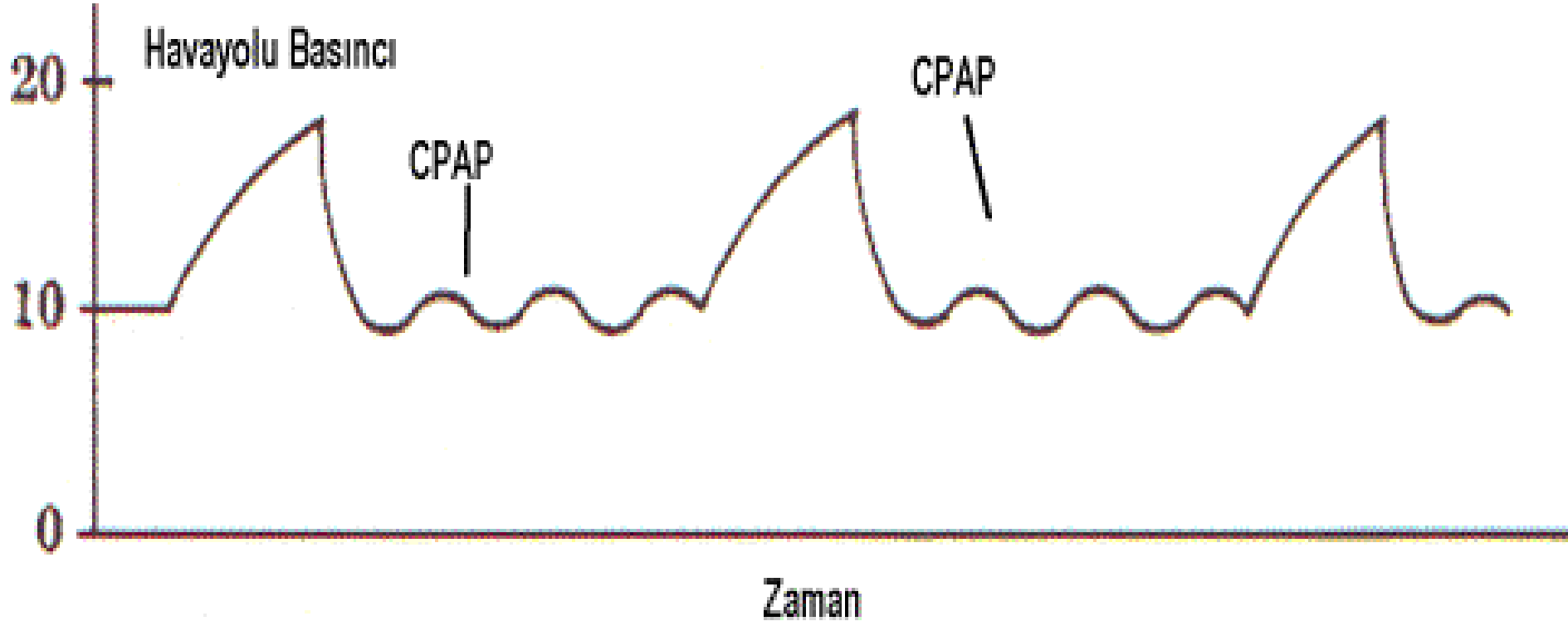
Paw



## Asiste-kontrollü ventilasyon

# ARALIKLI ZORUNLU VENTİLASYON (INTERMITTANT MANDATORY VENTILATION = IMV)

- IMV'nun CMV'dan farkı bu modda spontan solunuma izin verilmesidir. Ventilatöre bağılı olarak spontan soluyan hastaya, spontan solunumlardan bağımsız olarak belirli aralıklarla önceden ayarlanmış belirli basınç veya volümde gaz verilerek solunum yaptırılır. Bu kontrollü solunumlar arasında hasta ventilatör tarafından sağlanan ısıtılmış, nemlendirilmiş ve O<sub>2</sub>'den zengin gazı spontan olarak solur.
- Spontan eforu olan hastada IMV hastanın ventilatörle mücadele etmesini önler, sedasyon ve paralizisi gereksinimini azaltır, CPAP/PEEP ile rahatlıkla kombine edilebilir. Özellikle mekanik ventilasyon sonlandırılmasında tercih edilen bir moddur. Mekanik solunum sayısı mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.
- Uygulama sırasında CMV'a göre hemodinamik etkiler ve barotravma riski daha azdır, Ventilasyon / Perfüzyon bozuklukları ve respiratuar alkaloz daha az görülür.

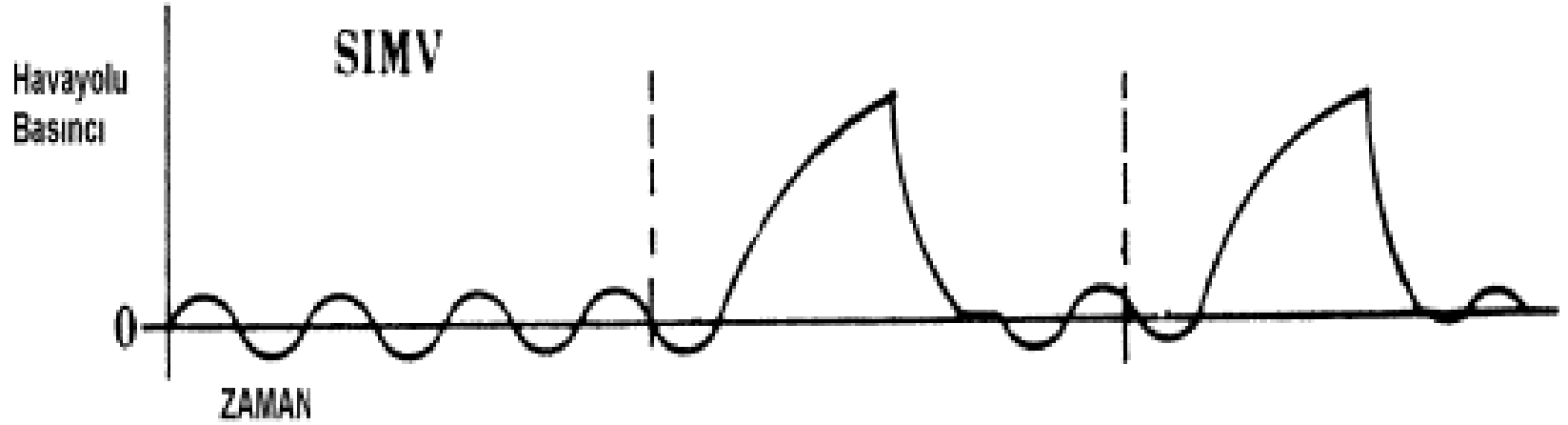


**Aralıklı zorunlu ventilasyon (IMV) örneği  
(Spontan solunum CPAP ile destekleniyor).**

# SENKRONİZE ARALIKLI ZORUNLU VENTİLASYON (SYNCRONIZED INTERMITTANT MANDATORY VENTILATION=SIMV)

- SIMV, spontan ve asiste ventilasyonun bir kombinasyonudur. Bu modda da hasta pozitif basınçlı ventilasyonlar arasında spontan solur.
- Önceden belirlenen bir zaman aralığı geçtikten sonra makina hastanın inspiratuar eforuna duyarlı hale gelir (basınç tetiklemeli).
- Bu intervalde oluşan ve ventilatörün duyarlı olduğu değerde oluşan ilk inspiratuar efor zorunlu mekanik solunumunu (basınç veya volüm kontrollü) tetikler.
- Eğer makinanın duyarlı olduğu zaman aralığında inspiratuar efor oluşmazsa ventilatör IMV moduna geçer.

- SIMV hastanın solunum işinin arttığı durumlarda endikedir, sıklıkla mekanik ventilasyonun sonlandırılması periyodunda kullanılır.
- Bu aşamada zorunlu solunum frekansı azaltılırken hastanın solunum işinin daha büyük kısmını üstlenmesine izin verilir.



## Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon

# BASINÇ KONTROLLÜ VENTİLYASYON (PCV)

- PCV’da inspiriyum süresince havayollarına sabit bir basınç uygulanır ve genellikle, kullanıcı tarafından önceden ayarlanan hız ve inspirasyon zamanı nedeniyle zaman tetiklemeli bir kontrollü moddur.
- PCV basınç limitli olduğundan, belirlenen basınç seviyesine göre tidal volümün miktarı, dağılımı, hasta akciğerinin kompliyansı, rezistansı, inspirasyon zamanı ve oto PEEP seviyeleriyle değişir. Bu nedenle PCV sırasında basınç ve ekshale edilen tidal volümün dikkatle monitörize edilmesi gerekir.
- PCV için primer endikasyon, konvansiyonel “IPPV + PEEP” uygulamalarının efektif olmadığı, ARDS’li hastalarda respiratuar destek sağlamaktır.

- Klinik kullanımda PCV'da yapılacak siklus ayarı (İ/E) normal veya ters orantılı olabilir. Günümüzde PCV özellikle "I/E ters orantılı" (IRV) biçimde tercih edilmektedir.
- Basınç kontrollü ters orantılı ventilasyon" (PCIRV) sırasında oksijenasyon ve gaz değişiminin iyileştiği gösterilmiştir.
- Ancak bu mod hasta için son derece rahatsız edicidir, sedasyon ve paralizi ile kontrollü ventilasyon önerilmektedir.



- PCV sırasında başlıca yan etkiler venöz dönüşte ve kardiyak debide azalma ile barotravma riskidir. PCV sırasında bir problemde intrensik (oto) PEEP gelişme riskidir.
- Bu durumda alveolar basıncın artacağı unutulmamalıdır. “Oto- PEEP” ventilatörde yükselmiş “baseline basıncı” olarak saptanamaz, ölçüm için spesifik yöntemler kullanılmalıdır ve yeteri kadar önem verilmezse ciddi komplikasyonlar ortaya çıkabilir.

# TERS ORANTILI VENTİLASYON (INVERSE RATIO VENTILATION ( IRV)

- Bu teknikte inspiyum / ekspiyum (İ / E) oranı fizyolojik 1 / 2 oranından daha büyük oranlara artırılabilir (2/1 - 4/1 gibi).
- Amaç; daha iyi alveolar ventilasyon ile daha iyi oksijenasyon sağlarken “Pik havayolu basıncı”nı da düşürebilmektir.

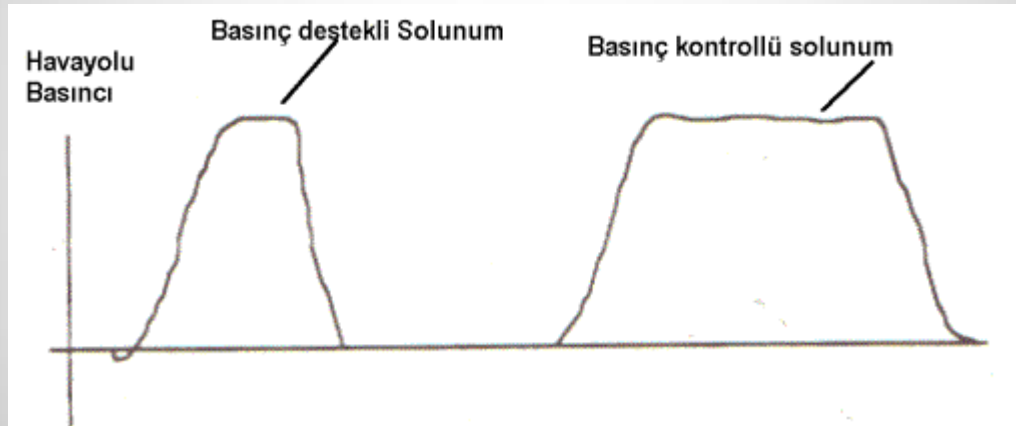
# BASINÇ DESTEKLİ VENTİLYASYON (PRESSURE SUPPORT VENTILATION = PSV)

- PSV daima hastanın inspiratuar eforuyla basınç tetiklemeli olarak çalışan bir asiste ventilasyon modudur. PSV'da inspiriyum süresince havayollarına sabit bir basınç uygulanır. Bu modda kullanıcı inspirasyon için istenilen basınç limitini ayarlar . Hastaya ulaşan tidal volüm ;kompliyans, rezistans ve hasta eforunun derecesiyle değişir.

## **PSV'nin kullanım endikasyonları şu şekilde sıralanabilir:**

- 1) Endotrakeal tüple spontan soluyan yada CPAP uygulanan hastada, istemli valv sisteminin yaratacağı işi hafifletmek veya ventilatörün rezistansını yenmek için kullanılabilir.
- 2) IMV ve SIMV ile birlikte, spontan solunum sırasında ventilatöre ait rezistansı yenmek için kullanılabilir.
- 3) Özellikle mekanik ventilasyonu sonlandırma aşamasında hastanın her solunumunu desteklemek için asiste mod olarak kullanılabilir. Bu endikasyonda hastanın solunum ritminden ve akciğer koşullarından emin olmak gerekir.

- Buna göre endotrakeal tüple spontan soluyan veya IMV, SIMV, CPAP uygulanan bir hastada PSV kullanıldığı zaman respiratuar kasların iş yükünü azaltmak için uygun basınç desteğinin (PSVmax) ayarlanması gerekir.
- Bu değer genelde 10-12 ml/kg VT sağlamak için gerekli basınç seviyesidir. Bazen PSVmax için 40 cmH<sub>2</sub>O gibi yüksek bir seviyeye de ulaşabilir.
- PSV sırasında yan etkiler basınç uygulamasına bağlı olarak PCV'na benzemektedir.



# ZORUNLU DAKİKA VOLÜMLÜ VENTİLYASYON (MANDATORY MINUTE VENTILATION = MMV)

- Bu modda kullanıcı ventilatörde dakika ventilasyonunu ayarlar. Hastanın VE'ünü tamamlayamadığı durumda ventilatör devreye girerek, hastaya önceden saptanmış dakika ventilasyonunu sağlar.
- Bu destek ventilatörün özelliğine bağlı olarak basınç yada volüm kontrollü solunum şeklinde sağlanır.
- MMV genellikle mekanik ventilasyonun sonlandırılması periyodunda kullanılır.

# PEEP VE CPAP endikasyonları nelerdir?

- Günümüzde mekanik ventilasyon sırasında veya spontan soluyan hastalarda oksijenasyonun iyileştirilmesinde PEEP ve CPAP kullanımı rutin bir yöntemdir.
- PEEP ve CPAP uygulamasında temel amaç, normal pH'da, kardiyak fonksiyonlar korunurken inspire edilen O<sub>2</sub>'ni % 40'ın altına düşürerek PaO<sub>2</sub> için > 60 mmHg değerini sağlamak ve doku oksijenasyonunu iyileştirmek olarak özetlenebilir.

- Günümüzde özellikle postoperatif atelektazinin önlenmesinde ve ARDS'nin erken dönemlerinde CPAP uygulaması ilk tercih edilen solunum desteğidir.
- Maske ile uygulanan CPAP sürekli veya periyodik olarak yapılabilir. Ancak sürekli pozitif basınç uygulamasının rahatsızlık hissine, mide distansiyonu ve regürjitasyona sebep olabileceği unutulmamalıdır.



- Modern anlamda PEEP uygulaması ARDS konusundaki araştırmalarla ağırlık kazanmıştır.
- Bugün refrakter hipoksemi, artmış intrapulmoner şant, azalmış fonksiyonel rezidüel kapasite ve kompliyansa sahip ciddi solunum yetmezliği olgularında PEEP ile oksijenasyonun iyileştiği bir gerçektir.

- PEEP ve CPAP uygulaması çeşitli terimlerle ifade edilmektedir: Örneğin; spontan solunum sırasında inspirasyon ve ekspirasyonda pozitif havayolu basıncı kullanılmasına “sürekli pozitif basınçlı solunum (continue positive pressure breathing=CPPB)” veya “CPAP” denilmektedir. Bu terimler inspirasyon ve ekspirasyon sonunda havayolunda pozitif basınç olduğunu ifade eder.
- Mekanik ventilasyon sırasında örneğin asiste veya kontrollü mod ile PEEP kullanılması halinde, PEEP'li intermitten pozitif basınçlı ventilasyon (IPPV/PEEP) veya sürekli pozitif basınçlı ventilasyon (CPPV) terimleri de kullanılabilir

- Özellikle akut diffüz akciğer patolojisi olan hastalarda uygulanan PEEP
  - akciğer kompliyansını düzeltmek,
  - FRC'yi arttırmak,
  - gaz dağılımınının eşit olmasını sağlamak,
  - atelektazileri açmak,
  - alveol ve kapillerler arasındaki O<sub>2</sub> gradyentini yükseltmek,
  - arteriyel oksijenasyonu düzenlemek ve
  - alveolar - interstisyel sıvıyı perialveolar kapillere çekmek
- gibi önemli avantajlara sahiptir.

- **Mekanik ventilasyon sırasında PEEP endikasyonları şu şekilde özetlenebilir:**
  - $FiO_2 > 0.80$  olduğu halde  $PaO_2 < 60$  mmHg olması
  - $FiO_2 : 1.0$  iken  $P(A-a)O_2 > 300$  olması
  - Refraktör hipoksemi mevcudiyeti ( $FiO_2$ 'nin %20 artırılmasına rağmen  $PaO_2$ 'deki artış  $< 10$  mmHg)
  - Düşük FRC ile tekrarlayan atelektazi.
  - Azalmış akciğer kompliyansı.

- **CPAP ve PEEP için spesifik klinik endikasyonlar da şu şekilde sıralanabilir:**
  - ARDS
  - Hiyalen membran hastalığı.
  - Çocuk ve erişkinde kardiyojenik pulmoner ödem.
  - Postoperatif atelektazilerin tedavisi.
  - Bilateral diffüz pnömoni.

- Bugün PEEP veya CPAP kullanılması ile FiO2'nin azaltılması sağlanırken yüksek O2 düzeylerine bağlı komplikasyonlarında önlendiği bir gerçektir. Ancak
- Pnömotoraks olgularında PEEP ve CPAP kesin kontrendikedir.
- Yine bronkoplevral fistül veya diğer tip barotravmalı hastalarda PEEP ve CPAP dikkatle kullanılmalıdır.
- İntrakranial basıncı yüksek hastalarda PEEP ve CPAP intrakranial basıncı arttıracakları için kullanımları tartışmalıdır. Ancak özellikle şiddetli hipoksemik hastalarda PEEP kullanımını kaçınılmazdır. Bu durumda intrakranial basınç monitörize edilerek PEEP uygulanabilir.
- Kompliyansın veya FRC'nin arttığı amfizem gibi hipoksemik hastalarda da PEEP tedavisi uygun değildir.
- Hipovolemi de PEEP ve CPAP için rölatif kontrendikasyon oluşturur. Hipovolemi başta olmak üzere tüm şok olgularında PEEP uygulaması kardiyak debideki düşüşü artırır. Bu durumda PEEP uygulaması volüm genişleticiler ve inotropik ajanlarla desteklenmelidir.
- Tek taraflı akciğer hastalıklarının da PEEP ve CPAP için rölatif kontrendikasyon oluşturduğu unutulmamalıdır.

Kompliyansın veya FRC'nin arttığı amfizem gibi hipoksemik hastalarda da PEEP tedavisi uygun değildir.

Hipovolemi de PEEP ve CPAP için rölatif kontrendikasyon oluşturur. Hipovolemi başta olmak üzere tüm şok olgularında PEEP uygulaması kardiyak debideki düşüşü arttırır. Bu durumda PEEP uygulaması volüm genişleticiler ve inotropik ajanlarla desteklenmelidir.

Tek taraflı akciğer hastalıklarının da PEEP ve CPAP için rölatif kontrendikasyon oluşturduğu unutulmamalıdır.

# PEEP uygulaması tehlikeli midir?

## Organizma üzerine yan etkileri var mıdır?

- **1) Kardiyovasküler depresyona sebep olur:** Kardiyak debi düşer. Doku oksijen sunumu azalır. Çünkü PEEP intratorasik basıncı arttırarak veya sürekli yüksek tutarak;
- Transmural basıncı etkiler
- Sağ ventrikül fonksiyonunu etkiler
- Sağdan sola interventriküler septum şifti oluşur.
- Sol ventriküler fonksiyonunu etkiler
- Endokardiyal kan akımı azalır.
- Kalp üzerine etkili nöral ve humoral etkiler belirginleşir.



- **2) Akciğer hasarlanması, barotravmaya sebep olur:** PEEP basınç etkisi ile;
  - Alveolar hasarlanma yapar,
  - Subkutanöz amfizeme sebep olur,
  - Pnömotoraks, pnömomediastinum, pnömoperikardiuma neden olabilir.
- **3) Renal fonksiyonları deprese eder:** Çünkü özellikle kardiyak debideki azalma ile
  - İdrar üretimini azalır,
  - Renal perfüzyon azalır daha önemlisi renal kan dağılımı değişir,
  - Atrial natriüretik peptid düzeyi düşer.
- **4) İntraplevral basınç artışı ve kalbe dönen kan volümünün azalması** ile serebral perfüzyon basıncı düşer ve intrakranial basınç artışına sebep olur.

# Optimal PEEP ne demektir?

- Doku oksijen sunumunun, fonksiyonel rezidüel kapasitenin ve kompliyans arttığı, şantın azaldığı ancak venöz dönüş, kardiyak debi azalması ve barotravma gibi yan etkilerin minimum olduğu maksimum PEEP düzeyidir.
- Optimum PEEP'i saptamak için birtakım kriterler mevcuttur fakat en önemli kriter PaO<sub>2</sub>'dir. Ortalama PEEP değeri 5-10 cmH<sub>2</sub>O ve maksimum PEEP değeri >20 cmH<sub>2</sub>O olarak kabul edilirken optimal PEEP genellikle “10-15 cmH<sub>2</sub>O” basınç değerine eşittir.
- Optimum değer üzerindeki basınç değerleri alveollerin aşırı distansiyonuna, ölü mesafenin artmasına ve kompliyansın azalmasına öncülük eder.

# YÜKSEK FREKANSLI VENTİLYASYON (HIGH FREQUENCY VENTILATION)= HFV

- Bu yöntemin temel özelliği, mekanik ventilasyon sırasında yeterli ventilasyon ve oksijenasyonu sağlanırken hemodinami üzerine olabilecek olumsuz etkileri önlemektir.
- HFV sırasında düşük tidal volümlerin (<2-4 ml/kg) kullanılmasıyla toraks içi basınç değişiklikleri minimum olacak ve hemodinamik etkileşim IPPV uygulamalarını aza indirilecektir.
- Yine barotravma etkisinin görülmemesi, spontan solunumla kombine edilebilmesi, sedatif ve kas gevşetici gerekmemesi, bu yöntemin avantajlarıdır.
- Burada FRC'nin artışıyla PEEP etkisi de oluşturulabilmektedir.

# HFV için 3 Mod vardır :

- **HFPPV:** 60-100 soluk/dakikalık frekanslar kullanılır. Yüksek frekans uygulayabilen klasik pozitif basınçlı ventilatörlerle de uygulanabilir.
- **HFJV :** 100-600 soluk/dakikalık frekanslar uygulanır. O<sub>2</sub> veya O<sub>2</sub>+hava karışımı krikotiroid seviyeden, trakeaya sokulan dar kanülle veya endotrakeal tüpün ucuna bağlanarak direk trakeaya verilir.
- **HFO :** Havayolu içiresinde gazın ileri geri hareketini sağlayan bir alet yardımıyla uygulanır. 1400-4000soluk/dakikalık titreşimler verilerek ekspansiyonun ve gaz değişiminin sağlandığı bildirilmektedir.

- HFV; düşük havayolu basıncı gerektiren durumlarda, direkt laringoskopi bronkoskopi sırasında solunumu sağlamak için veya hastanın hareket etmemesi gereken durumlarda (örneğin şok dalgası ile litotripsi uygulaması esnasında) kullanılabilir.
- Yine HFJV bronkoplevral fistül gibi gaz kaçağının olduğu, barotravma riskinin bulunduğu olgularda da güvenle kullanılmaktadır.
- Trakeobronşial aspirasyonda hipoksiyi önlemek için de önerilmektedir
- Ancak özellikle çocuklarda HFV sırasında solunum gazları ısıtılmadan verilirse hipotermi geliştiği bildirilmektedir.
- Yine nemlendirme yetersiz ise havayolu travmaları meydana gelebilmektedir.
- HFV'da dakika ventilasyonu fazla ise hipotansiyon da gelişebilir.
- Havayolu darlığı olanda ekshalasyonun iyi olmaması yüksek seviyede PEEP ile sonuçlanabilir.
- Yine perkütan kateterin yanlış yerleştirilmesi halinde pnömonediastinum ve pnömotoraks gelişebilme ihtimali de vardır.

# Hastane dışında ventilasyon desteği gerektiren durumlar

- Kardiak arrest
- Travma akciğer hasarı
- Hava yolu obstrüksiyonu (anaflaksi)
- Pnömoni
- Opioid yada alkol aşırı dozu
- Toksik gaz inhalasyonları
- Duman inhalasyonları
- Kafa travması

# Yaygın yaklaşımlar

- Ağızdan-ağıza resusitasyon
- Balon valve maske
- Taşınabilir gaz kaynağı sağlayan ventilatörler

# Ağızdan-ağıza resusitasyon

- Enfeksiyon riski taşır
- Ekspire edilen havadaki Oksijen sınırlıdır



# Balon valf maske

- Barotravma riski yüksek
- Gastrik distansiyona neden olarak kusmaya neden olabilir

# Taşınabilir gaz kaynağı sağlayan ventilatörler

- Güvenli ve süreklı gaz akımı sağlar
- Hava yolu basıncı sabit tutulduğundan barotravma riski azaltılır
- Gerektiğinde hastane içinde de hastaların taşınmaları sırasında kullanılırlar

# Taşınabilir ventilat6rler

- Nasıl olmalılar;
- Hafif:T6m personelin taşıyacağı biçimde
- K6ç6k: Fazla yer kaplamaları gerekir
- Yeterli osijeni ve ventilasyonu sağlayabilmeli
- Basit ve anlaşılabilir olmalı
- Kimyasal gaz saldırılarında filtrasyon 6zelliği olmalı

# Taşınabilir ventilat6rler

- Ne için;
- Hastaların efektif ventilasyonları için
- Barotravma riskini en aza indirmek için
- %100 O2 SAĞLANMASININ GARANTİLENMESİ İÇİN
- Ambu ile yetersiz ventilasyonun 6nlenmesi için
- Deneyim gerektirmezler

# Taşınabilir ventilat6rler

- Hangi parametreler olmalı:
- Tidal volum/solunum hızı
- Atomatik ve manuel kontrol edilebilmeli
- Boşaltıcı valfi olmalı
- Ergonomik olmalı
- Maske, endotrekeal t6p ve trekeostomi bağlantıları yapılabilmelidir

- Ekipten birinin ventilasyon dışındaki işlerle uğraşmasına olanak sağlar
- Spontan soluyan hastalarda da asiste ventilasyona olanak sağlar

# Kullanılan cihazlar

## Pneupac VR1 cihazı

- Basit, taşınabilir
- Hastaların spontan solunmasına izin verir
- Toksik gazlar için filtrasyon oluşturur
- Sadece O<sub>2</sub> basıncı ile çalışır