

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI ve HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DEKİ PEDIATRİK YOĞUN BAKIM
ÜNİTELERİNDE MEKANİK VENTİLYASYON
UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. YASEMİN TOPÇU

UZMANLIK TEZİ

İZMİR-2009

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI ve HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DEKİ PEDIATRİK YOĞUN BAKIM
ÜNİTELERİNDE MEKANİK VENTİLYASYON
UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. YASEMİN TOPÇU

Danışman Öğretim Üyesi
Doç.Dr. Tolga F. KÖROĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

1.	ÖZET	7
2.	İNGİLİZCE ÖZET	8
3.	GİRİŞ VE AMAÇ	9
4.	GENEL BİLGİLER	11
4.1	Mekanik Ventilasyonun Tanımı	11
4.2	Mekanik Ventilasyonun Tarihsel Gelişimi	11
4.3	Pediyatrik Hastalarda Ventilatör Desteğinin Amacı	15
4.4	Solunum Mekanikleri	15
4.5	Mekanik Ventilasyon Endikasyonları ve İlkeleri	19
4.6	Mekanik Ventilasyon Uygulamaları	23
4.7	Ventilasyon Yöntemlerinin Sınıflanması	28
4.8	Tam Mekanik Ventilasyon Desteği İçin Kullanılan Yöntemler	30
4.9	Kısmi Mekanik Ventilasyon Desteği İçin Kullanılan Yöntemler	32
4.10	Spontan Solunum Yöntemleri	34
4.11	Kapalı Döngü Sistemli Ventilasyon Yöntemleri	37
4.12	Yüksek Frekanslı Ventilasyon	38
4.13	Pozitif Basıncılı Mekanik Ventilasyonun Etkileri ve Komplikasyonları	39
4.14	Mekanik Ventilatörden Ayırma	42
4.15	Ekstübasyonun Değerlendirilmesi	45
4.16	Noninvazif mekanik ventilasyon	46
5.	GEREÇ VE YÖNTEM	48
5.1	İstatistik	48
6.	BULGULAR	49
7.	TARTIŞMA	63
8.	SONUÇLAR	73
	KAYNAKLAR	74
EK-1.	ANKET-1	81
EK-2.	ÇALIŞMA REHBERİ VE SÖZLÜK	85

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

TABLO NO.

Tablo 1.	MV uygulaması ile sağlanabilecek yararlar	19
Tablo 2.	Solunum yetersizliği kriterleri	21
Tablo 3.	Solunum yetersizliği tipleri	22
Tablo 4.	Mekanik ventilasyon endikasyonları	23
Tablo 5.	Çocuk ve erişkin normal solunum değerleri	24
Tablo 6.	Basınç ve hacim kontrollü ventilasyonda ayarlanan parametreler	25
Tablo 7.	Basınç ventilasyon ile hacim ventilasyonunun farklılıkları	25
Tablo 8.	Yöntemler (Modlar)	25
Tablo 9.	Yaşa göre başlangıç solunum hızları	27
Tablo 10.	Yaşa göre önerilen inspiratuvar zamanlar	28
Tablo 11.	Sağlıklı çocuklarda yaşa göre MV parametrelerinin yarılanması	28
Tablo 12.	Temel solunum şekilleri	29
Tablo 13.	PBV uygulaması sırasında kardiyak debiyi azaltan başlıca faktörler	39
Tablo 14.	Nazokomiyal enfeksiyon için risk taşıyan invazif girişimler	41
Tablo 15.	Barotravma riskini artıran predispozan faktörler	41
Tablo 16.	Mekanik ventilasyon desteği alan hastaların özellikleri	50
Tablo 17.	Hastaların önceki işlevsel durumlarına göre akut tanılarının karşılaştırılması	52
Tablo 18.	Hastaların akut tanılarına göre mortalite oranlarının karşılaştırılması	52
Tablo 19.	Mekanik ventilasyon desteği alan hastaların özellikleri	55
Tablo 20.	Planlı ekstübasyonu başarısız olanlarla olmayanların karşılaştırılması	56
Tablo 21.	Mekanik ventilasyon desteği sırasında karşılaşılan komplikasyonlar	56
Tablo 22.	Ayırma yöntemlerinin entübasyon, ayırma ve yoğun bakım süreleri üzerine etkisi	58
Tablo 23.	Ayırma yöntemlerinin ekstübasyon başarısı üzerine etkisinin değerlendirilmesi	58
Tablo 24.	İzlem boyunca kullanılan ilaçlar ve kullanım şekilleri	58
Tablo 25.	Sedasyon etkisinin karşılaştırılması	60
Tablo 26.	Sedatif ilaçların uygulama şekillerinin entübasyon, ayırma ve yoğun bakım süreleri üzerine etkisi	61
Tablo 27.	Birinci gün PIP değerleri	61
Tablo 28.	Tahmin edilen ve gerçekleşen mortalite oranları	62

ŞEKİL ve GRAFİK DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Alfred E. Jones'a tarafından sunulan tank ventilatör	12
Şekil 2.	Rudolph Matas'a ait yapay solunum cihazı	12
Şekil 3.	Dräger'in geliştirdiği Pulmotor şematik çizim	13
Şekil 4.	Dräger Baby Pulmotor	13
Şekil 5.	Prof. Drinker ve geliştirdiği demir akciğerin bir modifikasyonu	14
Şekil 6.	Normal solunumda akciğer hacmi, alveolar basınç, plevral basınç ve transpulmoner basınçtaki değişiklikler	16
Şekil 7.	Ekspirasyon ve inspirasyonda torasik kavitenin kontraksiyon ve ekspansiyonu	16

GRAFİK NO.

Grafik 1.	Hastaneler arası olgu dağılımı	49
Grafik 2.	Mekanik ventilasyon başlama nedenlerine göre hastaların dağılımı	51
Grafik 3.	Akut tanılara göre hastaların dağılımı	51
Grafik 4.	Mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda kronik hastalıkların dağılımı	53
Grafik 5.	Çalışma boyunca kullanılan mekanik ventilasyon mod dağılımı	54
Grafik 6.	Ayırma uygulanan hastalarda kullanılan modların dağılımı	57
Grafik 7.	İzlem boyunca kullanılan medikasyonlar	59

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
A/C	Yardımlı/ kontrollu ventilasyon
APRV	Havayolu basınç boşaltmalı ventilasyon
ARDS	Erişkin solunum sıkıntısı sendromu
ASYE	Alt solunum yolu enfeksiyonu
ASV	Uyumlu destek ventilasyon
BİBAP	İki düzeyli pozitif havayolu basıncı
C	Komplians
E	Elastans
F	Solunum frekansı
CPAP	Sürekli pozitif havayolu basıncı
HFOV	Yüksek frekanslı osilatuar ventilasyon
IMV	Aralıklı zorunlu ventilasyon
MV	Mekanik ventilasyon
Paw	Ortalama havayolu basıncı
PCV	Basınç kontrollu ventilasyon
PEEP	Pozitif end ekspiratuvar basınç
PIP	Tepe inspiratuvar basınç
PIM 2	Pediyatrik mortalite indeksi
PSV	Basınç destekli ventilasyon
PRVC	Basınç düzenlemeli hacim kontrol
PYBH	Pediyatrik yoğun bakım hizmeti
PYBÜ	Pediyatrik yoğun bakım ünitesi
SIMV	Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon
SIMV/PS	Senkronize aralıklı zorunlu solunum ve basınç destekli ventilasyon
SST	Spontan soluma testi
MAP	Ortalama arter basıncı
TV	Tidal hacim
VAPS	Hacim garantili basınç destek
VCV	Hacim kontrollu ventilasyon
VSV	Volüm destekli ventilasyon
YBÜ	Yoğun bakım ünitesi
ARDS	Akut solunum sıkıntısı sendromu

TEŞEKKÜR

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalında geçirdiğim uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım başta Anabilim Dalı Başkanım Sayın Prof. Dr. Hale Ören olmak üzere tüm değerli hocalarıma, tezimin planlanması ve hazırlanması aşamasında her konuda desteğini aldığım Doç.Dr. Tolga F. Köroğlu'na, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili çalışma arkadaşlarıma, eğitimim sırasında her koşulda beni destekleyen kardeşlerime, yetişmemde büyük emeği olan, sevgisini ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen anne ve babama teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Yasemin TOPÇU

2009

1. ÖZET

TÜRKİYE'DEKİ PEDIATRİK YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE MEKANİK VENTİLASYON UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de ilk kez olarak Çocuk Yoğun Bakım Ünitelerinde uygulanan mekanik ventilasyon uygulamalarını değerlendirmek, mekanik ventilasyon uygulanan hastaların tanımlarını, özelliklerini, kullanılan yöntemleri ve gelişen komplikasyon ve mortalite oranlarını tespit etmektir.

Gereç ve yöntem: Aralık 2008- Şubat 2009 tarihleri arasında, Türkiye'de, pediatrik yoğun bakım hizmeti veren ve çalışmaya katılmayı kabul eden 7 (yedi) merkeze ekli form ve çalışma rehberi gönderildi. Pediatrik Yoğun Bakım Ünitelerine çalışma süresi boyunca kabul edilen ve en az 12 saat süreyle mekanik ventilatör desteği verilen 1 ay ile 18 yaş arasındaki ardışık tüm hastalar için çalışma formu dolduruldu. Anketle; mekanik ventilasyon desteği alan hastaların demografik bilgileri, yatış endikasyonları, mekanik ventilasyon başlama nedenleri ve mekanik ventilasyon uygulamaları, eşlik eden morbidite ve mortaliteye yönelik bilgiler sorgulandı.

Bulgular: Yaşları 1 ay ile 17 yaş (ortalama $3,89 \pm 4,71$) olan 74'ü (% 59,7) erkek, 50'si (%40,3) kız hasta çalışmaya alındı. Yoğun bakımda entübe izlenen olguların %61,3'ünde yoğun bakıma yatış nedeni dışında altta yatan başka hastalık bulunduğu ve santral sinir sistemi patolojilerinin (%22) en sık saptanan kronik hastalık olduğu belirlendi. Hastaların 85'ine (%68,5) akut solunum yetersizliği nedeni ile mekanik ventilasyon başlandığı ve en sık hasta tanısının pnömoni (%50) olduğu belirlendi. En fazla kullanılan mekanik ventilasyon modunun %76,6 oranı ile basınç kontrollü senkronize aralıklı ventilasyon ve basınç desteği (SIMV±PS) olduğu tespit edildi. PIM 2 (Pediatrik Mortalite İndeksi-2 skoru)'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranı %35,2 iken gerçekleşen mortalite oranının % 28,2 olduğu tesbit edildi. Hastaların %34,7'sine kademeli ayırma, %8'ine spontan soluma testi (SST), %25,8'ine hem spontan soluma testi hem de kademeli ayırma uygulandığı belirlendi. SST kullanımının mekanik ventilasyon süresi ve yoğun bakımda kalma süresini anlamlı olarak kısalttığı saptandı. Başarısız ekstübasyon oranının % 13,5 olduğu belirlendi. Entübasyon ve yatış süresinin başarısız ekstübasyon ile ilişkili olduğu görüldü. Ayırma süresinin ise spontan soluma denemesi yapılan hastalarda kademeli ayırma yapılanlara göre anlamlı derecede daha kısa olduğu; sedatif ajanların kullanımının uzamış entübasyon ve yatış süresi ile ilişkili olduğu saptandı.

Sonuç: Türkiye'deki mekanik ventilasyon uygulamalarının başka ülkelerdeki mekanik ventilasyon uygulamaları ile benzer olduğu gözlenmiştir. Mekanik ventilasyonla ilgili bazı uygulamaların daha uzun entübasyon ve yatış süresi ile ilişkili olduğu tesbit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Pediatrik yoğun bakım ünitesi, mekanik ventilasyon, çocuk

2. SUMMARY

EVALUATION OF MECHANICAL VENTILATION PRACTICES IN TURKISH PEDIATRIC INTENSIVE CARE UNITS

Objectives: The aim of this study was to evaluate the mechanical ventilation practices in Turkey, to determine the clinical features of patients undergoing mechanical ventilation, to investigate the mechanical ventilation and weaning modes used, assess morbidity and mortality rates and associated factors.

Methods: All consecutive patients between 1 month and 18 years of age admitted during a 2 month period between December 2008 and February 2009 to 8 Pediatric Intensive Care Units in Turkey requiring intubation and ventilation for >12 hrs were enrolled in the study. Maximum follow up time for the patients was 28 days. Demographic data of the patients, criteria for admission to intensive care unit and initiation of mechanical ventilation, mechanical ventilation practices, associated morbidity and mortality was recorded.

Results: Of the total 124 patients, 74 were male and 50 female. The mean age of the patients was $3,89 \pm 4,71$ (1mo-17y) years of age. In 61,3% of the patients an underlying chronic disease was present with central nervous system diseases (%22) the most common type. In 85 patients (68,5%) mechanical ventilation was initiated owing to acute respiratory failure and pneumonia (50%) was the most common diagnosis. Pressure controlled SIMV \pm PS mode was determined to be the most commonly (76,6%) used mechanical ventilation mode. Estimated mortality rate according to PIM 2 (Pediatric Mortality Index) of patients admitted to intensive care was 35,17% whereas 28,2% of patients in the study died. Gradual weaning, spontaneous breathing tests (SBT) or their combination was used in 34,7%, 8%, and 25,8% of patients, respectively. Use of SBT are associated with a significantly shorter duration of ventilation and ICU stay. The rate of unsuccessful extubation was 13,5%. Duration of intubation and hospitalization was associated with unsuccessful extubation. Sedation and analgesia use was associated with prolonged ventilation and duration of hospitalization.

Conclusion: Mechanical ventilation practices in Turkish PICUs are similar to other countries' practices. SBT lead to shorter ventilation and hospital stay; whereas sedative and analgesic usage is associated with prolonged hospitalization.

Key words: Pediatric intensive care unit, mechanical ventilation, child

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon pediatrik yoğun bakım ünitelerinde kullanım sıklığı gittikçe artan hayat kurtarıcı bir tekniktir. Mekanik ventilasyon (MV) kullanımının yaygınlaşması ve araştırmaların artması ile birlikte pozitif basınçlı ventilasyonun eskiden sanıldığı gibi aksine zararsız bir yöntem olmadığı artık bilinmektedir. Mekanik ventilatör ile solunum desteği hayat kurtarıcı bir tedavi olmakla birlikte, tedavi sırasında karşılaşılan komplikasyonlar nedeni ile morbilite ve mortalite risklerini beraberinde getirdiği gösterilmiştir. Bu nedenle yeni, daha güvenilir ventilasyon tekniklerinin ve mekanik ventilatörlerinin geliştirilmesine yönelik arayışlar devam etmektedir. Birçok yeni ventilasyon yöntem ve yaklaşımları klinikte kullanıma girmesine rağmen, tedavi etkinlikleri ve birbirine üstünlükleri konusunda yeterli araştırmalar bulunmamaktadır.

1997 yılında tüm dünyada 100 binin üzerinde pozitif basınçlı ventilatör bulunduğu ve sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 1,5 milyonun üzerinde hastanın mekanik ventilatöre bağlandığı bildirilmiştir. Bu kadar sık yapılan bir uygulamanın ne kadarının doğru endikasyonla yapıldığı hakkında bilgiler ise kısıtlıdır. Çocuk hastalar söz konusu olunca bilgiler daha da sınırlıdır ve uygulamalar genellikle erişkinlerden elde edilen verilere dayanmaktadır.

Dünyanın her yerinde üstünlüğü kabul edilmiş tek bir MV yöntemi yoktur. Farklı ülkelerde farklı merkezler, kendi ünitelerinin olanaklarına, uygulayıcılarının bilgi, beceri, deneyimlerine ve hastalarının özelliklerine göre farklı yöntemlerden bir ya da birkaçını seçebilmekte veya zaman içerisinde bir yöntemden diğerine geçebilmektedir. Genel olarak erişkinde hacim temelli ventilasyon yöntemleri ağırlıklı olarak tercih edilirken, çocuk hastalıklarda basınç temelli ventilasyon yöntemleri geleneksel olarak daha çok tercih edilmektedir.

Pediatrik Yoğun Bakım Üniteleri'nde hastalara standart bakım sağlamak ve nedene yönelik MV stratejilerini belirlemek, o ülkede verilen yoğun bakım hizmetlerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle güncel klinik uygulamalar ve bu uygulamaların zaman içerisindeki değişimi yakından takip edilmelidir. Kritik durumdaki çocukların nasıl ventile edilmesi gerektiğine dair bilgiler, doğru ve geniş klinik çalışmaların planlanmasıyla elde edilecektir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de ilk kez olarak Çocuk Yoğun Bakım Ünitelerinde uygulanan mekanik ventilasyon uygulamalarını değerlendirmek, mekanik ventilasyon

uygulanan hastaların tanıları, özelliklerini, kullanılan yöntemleri ve gelişen komplikasyon ve mortalite oranlarını tespit etmektir.

1. GENEL BİLGİLER

4.1 Mekanik Ventilasyonun Tanımı

Mekanik ventilasyon yaşamsal bir fonksiyon olan solunum işleminin yapay olarak ventilatör adı verilen bir cihaz yardımı ile sürdürülmesidir. Günümüzde özellikle yoğun bakım hekimliğindeki hızlı gelişmeler mekanik ventilasyon uygulamasını tedavinin ayrılmaz bir parçası yapmıştır.

4.2 Mekanik Ventilasyonun Tarihsel Gelişimi

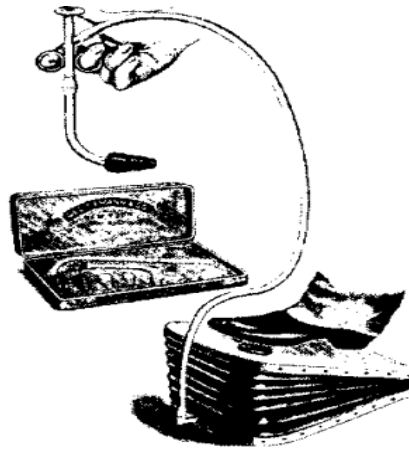
Yaşam için gerekli iki fonksiyondan biri olan solunum ile ilgili ilk bilgiler Mısır, Çin ve Yunan kaynaklarında dikkat çekmektedir. Batılı kaynakları ele aldığımızda mekanik ventilasyon uygulamasına ait tarihi gelişim şu şekilde özetlenebilir:

- İlk kez Hipokrat M.Ö. 460 yılında havayı bilimsel olarak değerlendirmiş ve suda boğulma vakalarında nefes borusuna yerleştirilecek bir kanül vasıtasıyla hastaya hava gönderilmesi gerektiğini bildirmiştir.
- M.Ö. 380 yıllarında Aristo hayvanların havasız odalarda öldüğünü gözlemlemiş ve yaşamın sürdürülmesi için taze havanın şart olduğunu belirlemiştir.
- Mekanik ventilasyon uygulamasının ilk örneğinin 1541'de Vesalius tarafından gerçekleştirildiği düşünülmektedir. Vesalius ölmek üzere olan bir köpeği trakeasına yerleştirdiği kanülle solutmuş ve kalp atışlarındaki düzelmeyi saptamıştır. Böylece uygulanan ventilasyonun insanlara da uygulanabileceğini düşünmüştür¹
- 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 tüple akciğerlere solunum havasını 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 "spiropore" adı verilen ve vücudu içine alan ilk tank ventilatörü, yani negatif basınçlı ventilatörü tanıtmıştır (Şekil 1).



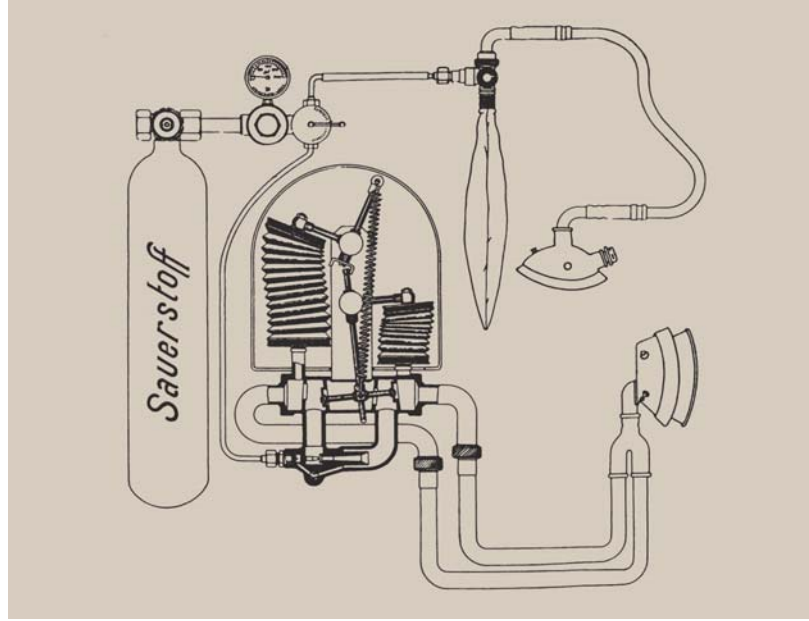
Şekil 1. Alfred E. Jones'a tarafından sunulan tank ventilatör

- 1876'da Woillez demir akciğerin ilk prototipi olan "spirofor"u geliştirmiştir.
- 1880'de Mac Evven'in endotrakeal tüpü geliştirmesi mekanik ventilasyon uygulamasında bir dönüm noktası olmuştur.
- 1886'da Tuffer ve Hallion kafli endotrakeal tüp ve geri solumasız valf ile ilk parsiyel akciğer rezeksiyonunu gerçekleştirmişlerdir.
- 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 2).

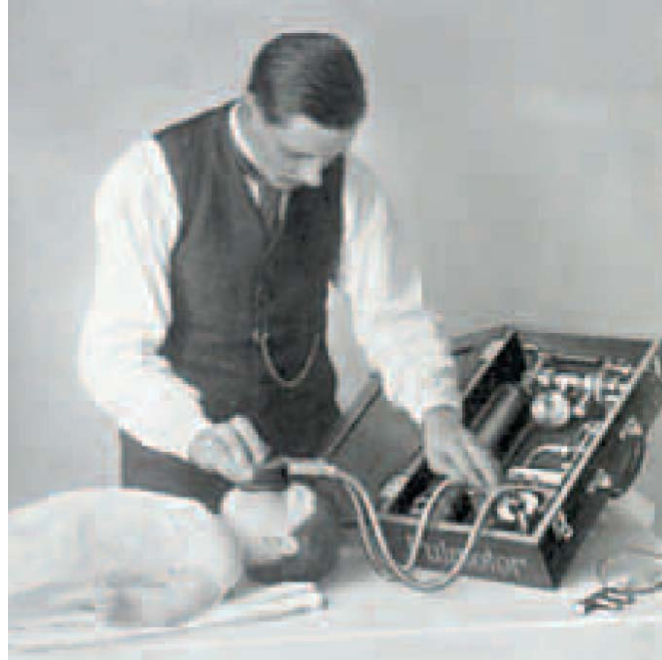


Şekil 2. Rudolph Matas'a ait yapay solunum cihazı (Endotrakeal tüp ve Fell –O'Dwyer körüğü içermektedir)

- 1909'da Janeway ve Green cerrahi kullanım için ilk intermittent (aralıklı) zorunlu pozitif basınçlı ventilatörü geliştirmişlerdir.
- 1911 yılında Dräger resüsitasyon için "Pulmotor"u geliştirmiştir (Şekil 3).

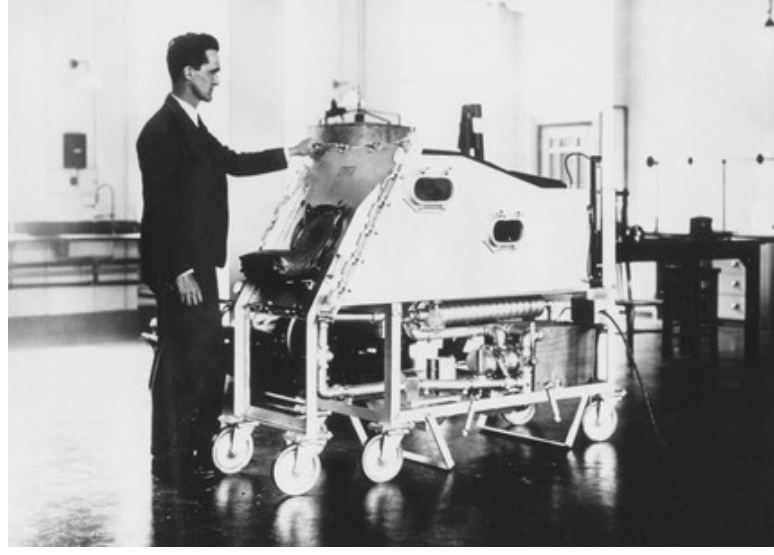


Şekil 3. Dräger'in geliştirdiği Pulmotor şematik çizim



Şekil 4. Dräger Baby Pulmotor

- 1928'de Drinker tank içi basıncın elektrikli bir motor ile değiştirilebildiği ilk demir akciğeri tanıtmıştır² (Şekil 4).



Şekil 5. Prof. Drinker ve geliştirdiği demir akciğerin bir modifikasyonu

- 1931'de Emerson'ın geliştirdiği Drinker'in benzeri demir akciğer 1948-49 yıllarındaki Los Angeles Polio epidemilerinde yaygın kullanım alanı bulmuştur³.
- 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
- Modern anlamda pozitif basınçlı mekanik ventilasyon ilk olarak, 1952 Danimarka ve 1953'de İsveç'te ortaya çıkan polio epidemilerinde Bjorn Ibsen tarafından uygulanmıştır^{4,5}.
- “Erişkin Solunum Sıkıntısı Sendromu (Adult Respiratory Distress Syndrome= ARDS; daha sonra Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu olarak değiştirilmiştir)” 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 gelmiştir⁶⁻⁹.
- 1980’den itibaren mikroişlemcili ventilatörler hızla yaygınlaşırken “basınç kontrollü” ve “basınç destekli” ventilasyon gibi yeni modlarla günümüze kadar gelinmiştir.

4.3 Pediatrik Hastalarda Ventilatör Desteğinin Amacı

Mekanik ventilasyon normal akciğer fonksiyonlarını desteklemek veya yerine getirmek üzere geliştirilmiş yaşam destek sistemidir. Mekanik ventilasyon hastanın solunum eforunun yetersiz olduğu durumlarda endikedir. Ayrıca ağır hastalarda hastanın ventilasyonunu kontrol altına almak için ya da diğer fizyolojik fonksiyonların bozulmasını önlemek için kullanılabilir. Mekanik ventilasyon gerektiren fizyolojik endikasyonlar ise solunumsal veya mekanik yetersizlik veya gaz değişiminin yeterli olmamasıdır.

Mekanik ventilasyonun en önemli hedefleri etkin gaz değişimini sağlamak, hastanın solunum konforunu optimize etmek ve aynı zamanda ventilatör ilişkili akciğer hasarını en aza indirmektir.

Erişkinlerde mekanik ventilasyon uygulamalarına ilişkin birçok yayın ve çalışmalar bulunmasına rağmen, yenidoğan ve çocuklarda mekanik ventilasyon başlama endikasyonlarına ilişkin rehber yayınlar bulunmamaktadır. Bu nedenle mekanik ventilasyon desteğinin amaçlarını belirlemek ve en fazla yararı elde etmek için klinisyenlerin aşağıda belirtilen üç önemli soruyu cevaplandırması gerekmektedir.

1. Fizyolojik problem nedir?
2. Altta yatan patoloji nedir?
3. Hasta için elde edilmek istenen fizyolojik hedefler nedir?

Altta yatan patofizyolojik sürecin anlaşılması, ventilatör desteği yaklaşımlarının belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Kan gazı analizleri hastanın ventilasyon desteği hakkında önemli bilgiler sağlamakta ve mekanik ventilasyonun şekillenmesinde rol oynamaktadır.

Mekanik ventilasyonun başlıca hedefleri şunlardır¹⁰:

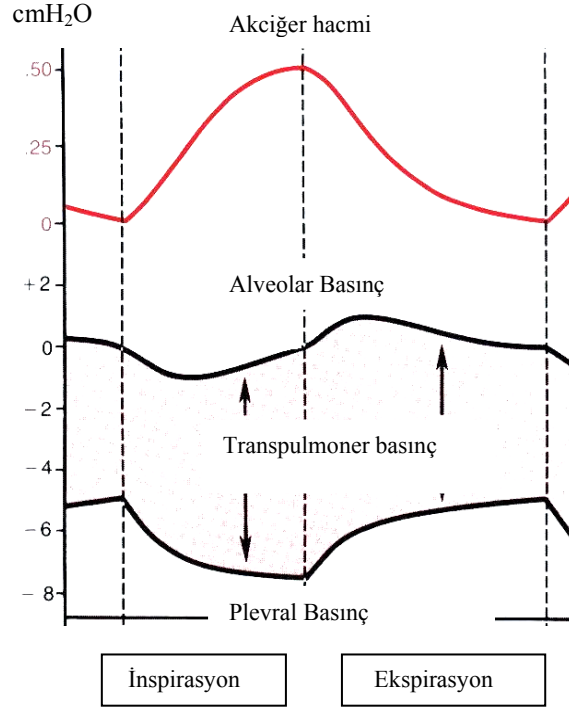
1. Yeterli ventilasyon sağlamak
1. Yeterli oksijenizasyon sağlamak
2. Yeterli akciğer volümlerini sağlamak ve akciğer kompliansını düzeltmek
3. Fonksiyonel rezidüel kapasiteyi korumak ve böylece akciğer kompliyansının korunmasına katkıda bulunmak

4.4 Solunum Mekanikleri

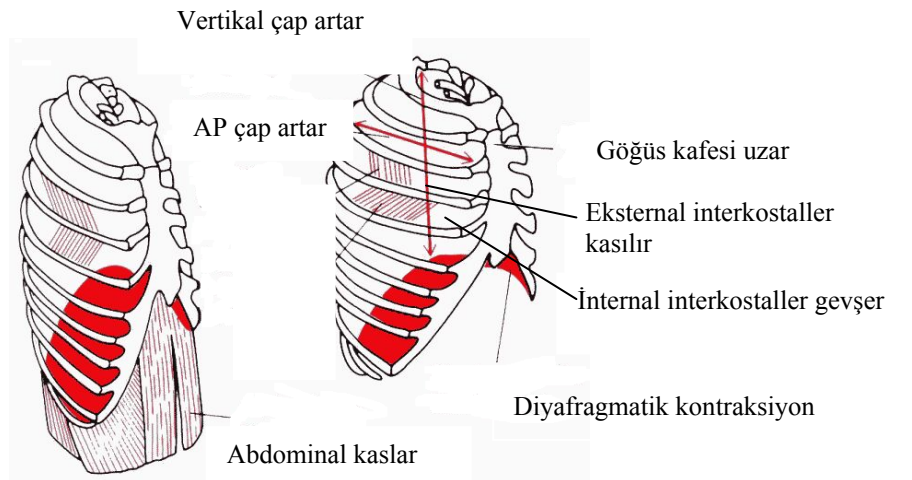
4.4.1 Normal Solunum Sırasında Solunum Mekanikleri

Solunum yollarındaki gaz hareketlidir ve gaz hareketi yüksek basınçtan alçak basınca doğru olur. Sakin halde alveol basıncı atmosferik basınca eşittir ve 0 cmH₂O'dur. İspirasyon aktif bir olaydır ve enerji gerektirir. İnterplevral boşluktaki negatif basınç inspirasyon sırasında

daha da negatif hale gelir (-5 cmH₂O'dan -8 cmH₂O'ya iner), transpulmoner basınç gradyenti artar, alveol ekspanse olur. Alveolün genişlemesi ile alveol içi basınç -1cmH₂O'ya iner ve atmosferik basınçtan alveol içine gaz akımı olur. Alveol içi basınç atmosferik basınca eşit olana kadar gaz akımı devam eder. Ekspirasyon ise pasiftir ve akciğerin geri çekilme özelliği ile sağlanır¹¹.



Şekil 6. Normal solunumda akciğer hacmi, alveolar basınç, plevral basınç, transpulmoner basınçtaki değişiklikler



4.4.1.1 **Şekil 7.** Ekspirasyon ve inspirasyonda torasik kavitenin kontraksiyon ve ekspansiyonu

4.4.1.1.a Komplians ve elastans

Komplians, bir kompartımanda basınç değiştiğinde meydana gelen o kompartımın genişleme kapasitesidir. Komplians(C), elastik geri çekilme basıncının hacim değişikliğine oranıdır. Akciğer kompliansı genişleyebilen havayolu boşlukları, havayolu boşluklarının boyutu ve geometrisi, yüzeyin gerilim ve akciğerin parankim özellikleri ile bağlantılı olarak yaşla değişir. Süt çocuklarında göğüs duvarı kompliansı diğer yaşlara göre %50 fazladır.

Elastans kompliansın tersidir, dolayısıyla sert akciğerlerin elastansı yüksek, kompliansı düşüktür^{12,13}.

4.4.1.1.b Solunum sisteminin elastik geri çekilmesi

Akciğerler ve göğüs duvarı arasındaki ilişki plevral boşluktaki güçlerle bağlantılıdır. İstirahat sırasındaki hacimden düşük hacimlerde, akciğerler içeri, göğüs duvarı dışarı çekme eğilimindedir. Bu hacim aşıldığında hem akciğer hem de göğüs duvarı büzüşmeye çalışır. FRK, akciğerlerin ve göğüs duvarının elastik geri çekilmesinin dengelendiği hacimdir¹³.

4.4.1.1.c Akciğerler ve göğüs duvarı arasındaki etkileşim

FRK düzeyinde transtorasik basınç negatiftir ve göğüs duvarı genişleme eğilimindedir. Normal tidal soluma transtorasik basınç negatifken gerçekteşir. Total akciğer kapasitesinin %65'ine kadar transtorasik basınç sıfırdır. Akciğer hacmi total akciğer kapasitesinin %65'nin üzerine çıktığında transtorasik basınç pozitif hale gelir ve göğüs duvarı kollabe olmaya çalışır¹³.

4.4.1.1.d Solunum sisteminde akım direnci

Solunum sistemi toplam direnci, havayolları direnci, akciğerlerin direnci ve göğüs duvarı direncinden oluşur. Yaşça büyük çocuklarda göğüs duvarı direnci ve akciğerlerin direnci, solunum sistemi toplam direncinin %20'sinden sorumlu iken yenidoğanlarda akciğer direnci yüksektir. Sakin soluma sırasında havayolu direnci toplam akciğer direncinin %50'sinden sorumludur. Hava akımına direnç, havayolu çapının dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır. Dirençteki değişikliklerin ana nedeni hava yolu çapının değişmesidir. Normal akciğer inflasyonu sırasında havayolu çapı artar, direnç azalır¹³.

4.4.1.1.e Zaman sabiti

Solunum sisteminde akciğer hacminin %63'ünün pasif olarak dolması ve boşalabilmesi için gereken zaman solunum sisteminin zaman sabitidir. Akciğerin elastisitesini bozan hastalıklarda ekspiratuvar zaman sabiti kısalırken, obstrüktif akciğer hastalıklarında

ekspiratuvar zaman sabiti uzar. Akciğerlerde hava dağılımının eşit olabilmesi için inspiratuvar zaman sabitinin yeterli olması gerekir¹³.

4.4.1.1.f Solunum işi

Soluma, solunum kasları tarafından mekanik iş yapılmasını gerektirir. Toplam solunum işi, fizyolojik iş ve mekanik ventilasyon varlığında solunum yolundaki ek aletlerden kaynaklanan işi kapsar. Fizyolojik iş, komplians ve dirençle bağlantılıdır. Komplians azaldığında veya direnç arttığında solunum işi artar¹³.

4.4.2 Mekanik Ventilasyonda Solunum Mekanikleri

Mekanik ventilasyon sırasında basınç ve akım uygulanarak akciğer inflasyonu sağlanır. Dışarıdan uygulanan bu güçler solunum sistemi kompliansı, havayolu direnci ve daha az olarak doku direnci ile etkileşime girerler. Akciğerlerin mekanik ventilasyon sırasında önemli olan iki mekanik özelliği vardır: komplians ve rezistans¹³

4.4.2.1 Mekanik ventilasyon ve komplians

Pozitif basınçlı ventilasyon bölgesel komplians değişikliklerinden ciddi oranda etkilenir. Parankim hasarı gelişmiş akciğerlerde hasarın olduğu bölgelerin kompliansı azalırken sağlıklı akciğer bölgelerinin kompliansı normaldir. Bölgesel komplians farklılıkları fonksiyonel rezidüel kapasitenin bölgesel olarak değişmesine neden olarak göreceli olarak hızla dolan bölgelerde yırtılma hasarı ve aşırı gerilmeye eğilim yaratır. Kompliansın azaldığı durumlarda aynı volümü verebilmek için uygulanan basıncın artırılması gerekir¹³.

4.4.2.2 Mekanik ventilasyon ve rezistans

Mekanik ventilasyon sırasında direnç doğal ve ek hava yollarından kaynaklanır. Mekanik soluma sırasında direncin önemli belirleyicisi havayolu çapıdır. Direnç ayrıca havayolunun (ve devrenin) uzunluğundan ve gaz yoğunluğundan etkilenir. Komplians gibi direnç de akciğer hacmi ile birlikte değişir. Pozitif ventilasyon sırasında akciğer hacmi arttıkça direnç azalır. İnspirasyon sırasında genişleyen akciğerler havayolu çapının artmasına ve inspirasyon sırasında direncin ekspirasyondan düşük olmasına neden olurlar. Mekanik ventilasyon sırasında direnç ek havayollarının özelliklerinden önemli oranda etkilenmektedir. Uzun ve dar trakeal tüp (TT) havayolu direncinin birkaç kat artmasına neden olmaktadır. Sağlıklı bir bireyde yerçekimi direncin akciğer bazallerinde apekten yüksek olmasına yol açar.

Hastalık varlığında havayolu direnci bölgesel farklılıklar gösterir. Bu ventilasyonun dağılımını etkileyerek farklı dolun özelliği olan bölgelerde hasara neden olabilmektedir¹³.

4.5 Mekanik Ventilasyon Endikasyonları ve İlkeleri

Mekanik ventilasyon (MV) uygulamaları yoğun bakım ünitelerinin kurulması ile giderek artmış ve bu ünitelerde en sık uygulanan tedavi yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Spontan solunum sırasında inspiyum alveol içi basınç negatifken yapıldığı halde, pozitif basınçlı mekanik ventilasyonda inspiyum pozitif basınçla yapılmaktadır. Dolayısı ile mekanik ventilasyon fizyolojik bir olay değildir. Mekanik ventilasyon fizyolojik bir olay olmadığı için, sağladığı yararların yanı sıra, pek çok istenmeyen etkiyi, morbidite ve komplikasyonu da beraberinde getirmektedir.

Mekanik ventilasyon kullanımının yaygınlaşması ve araştırmaların sayısının artması ile birlikte, mekanik ventilasyonun kendisinin de inflamatuvar olayları başlatabildiği ve proinflamatuvar sitokinlerde artışa yol açtığı gösterilmiştir. Dolayısı ile mekanik ventilasyon endikasyonu konurken bu dengeler daima gözetilmeli ve yarar-zarar hesabı yapılmalıdır. Mekanik ventilasyon ve sürekli pozitif havayolu basıncı, entübe hastalarda hastalıkları süresince destek tedavisi olarak kullanılan yöntemler olup, asıl hastalığı tedavi edici ve iyileştirici özellikleri yoktur. Birçok hastalık veya klinik durumda, olayın seyri sırasında veya eklenen yeni bazı durumlar nedeniyle, solunum yetmezliği gelişerek mekanik ventilasyon endikasyonu doğabilir. Bazı durumlarda ise solunumu güvence altına almak, solunum kaslarını dinlendirmek gibi endikasyonlarla mekanik ventilasyon gerekebilir.

Akut solunum yetersizliği olan çocuklarda mekanik ventilasyon uygulanması mortaliteyi belirgin olarak azaltmış ve bu grup hastalıklarda temel tedavi yöntemlerinden biri haline almıştır. MV'nin temel amacı asid-baz dengesi ile gaz değişimindeki homeostazın düzeltilmesi ve korunmasıdır^{10,14}.

Tablo 1. MV uygulaması ile sağlanabilecek yararlar¹⁰

1. Pulmoner gaz değişiminin desteklenmesi ya da düzeltilmesi
Alveolar ventilasyonun desteklenmesi
Arteryel oksijenizasyonun sağlanması
2. Solunum mekaniğinin desteklenmesi
3. Solunum işinin azaltılması

Mekanik ventilasyon genel olarak endotrakeal entübasyon ile uygulanır. Uzun süreli mekanik ventilasyon gereken hastalarda uygulama trakeostomi açılması ile invazif ya da yüz maskeleri ve nasal devamlı pozitif havayolu basıncı kanülleri ile invazif olmayan yöntemlerle yapılabilir.

4.5.1 Çocuklarda Solunum Sıkıntısı ve Yetmezliği

Solunum sistemi ile ilgili hastalıklardan ve solunum yetersizliğinden ölüm, çocuk ölümlerinin başta gelen nedenlerindedir. Solunum sıkıntısı çocuk acil ünitesine başvuruların % 10'undan, bir yaş altı başvurularının ise % 20'sinden sorumludur. Hastaneye yatırılan hastaların % 20'sinde, yoğun bakıma yatırılan hastaların % 30'unda solunum sıkıntısı vardır. Onbeş yaş altı ölümlerin % 5'inden, süt çocuğu ölümlerinin % 20'sinden solunum hastalıkları sorumlu tutulmaktadır¹⁵.

Çocuklarda enfeksiyonlara en duyarlı sistem solunum yollarıdır. Başta pnömoni olmak üzere alt solunum yolu enfeksiyonları, bebeklik ve çocukluk çağındaki solunum yetmezliği ve ölümlerin temel nedenlerinden birisidir. Dünya Sağlık Örgütü 2005 Dünya sağlık raporunda çoğunluğu gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere dünyada her yıl beş yaş altı 10,6 milyon çocuğun önlenebilir hastalıklar nedeniyle hayatını kaybettiği ve bu çocukların yaklaşık %10-20'sinde pnömoni görüldüğü bildirilmektedir. Alt solunum yolu enfeksiyonları bütün dünyada yaygın olmasına karşın, pnömoni daha çok gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir. Tüm pnömonilerin $\frac{3}{4}$ 'ünün kaynakları kısıtlı ülkelerde görüldüğü, Afrika ve Asya'da ikinci sıklıkta mortalite nedeni olduğu belirtilmektedir¹⁶.

Alt solunum yolu enfeksiyonları Türkiye'de kış aylarında çocuklarda sık görülen hastalıklardır. Sağlık Bakanlığı 1998 verilerine göre ülkemizde 1 yaş altı bebek ölümlerinin %48,4'ünden, 1-4 yaş grubu çocuk ölümlerinin %42,1'inden pnömonilerin sorumlu olduğu saptanmıştır. 2002-2004 Türkiye Hastalık Yüğü Çalışmasında ise pnömoniler 0-4 yaş grubu çocukların %13,4'ünde, 5-14 yaş grubu çocukların %6,5'ünde en sık ikinci ölüm nedeni olarak saptanmıştır¹⁷.

Akut hipoksemik solunum yetersizliği nedenlerinden biri olan Akut Solunum Sıkıntısı Sendromunun (Acute Respiratory Distress Syndrome, ARDS) insidansı net olarak bilinmemektedir. Erişkin yaş grubunda yapılan araştırmalarda bu oran yaklaşık olarak 8.3:100,000 olarak rapor edilmiştir. Çocuk yaş grubu içinde bildirilen ARDS insidansı ise daha azdır. Çocuklarda akut akciğer hasarı ve ARDS tanıları ile yoğun bakıma yatış oranı % 1-4 arasında bildirilmektedir. Mortalite yüksek olup % 20'den % 75'e kadar değişmektedir¹⁸.

ARDS'nin birçok klinik durumla birlikteliği bulunmaktadır. ARDS pnömoni, gastrik içeriğin aspirasyonu, pulmoner kontüzyon gibi direkt akciğer hasarından kaynaklananlar ve sepsis, ağır travma, şok, akut pankreatit gibi akciğer dışı inflamatuvar nedenlerden kaynaklananlar olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Tüm olgularda sepsis, ARDS için önemli bir risk oluşturmaktadır¹⁹.

4.5.2 Anatomik ve Fizyolojik Farklılıklar

Anatomik ve fizyolojik farklılıklar çocukları erişkinlere göre solunum sıkıntısına yatkın hale getirirler. İnfantların göğüs kafesi daha yumuşaktır, interkostal kaslar ve kostalar henüz tam gelişmemiştir. Çocuklarda diyaframın göğüs kafesine göre horizontal ve yüksekte tutunması göğüsün genişleyebilme kapasitesini azaltır. Çocukların solunum yolları erişkinlere göre daha dar ve küçüktür, solunum yollarında meydana gelen aynı derecedeki daralma çocuklarda hava yolu direncinin erişkinlere göre çok daha fazla artmasına neden olur. Çocuklarda hava değişimine yarayan üniteler (terminal bronşiyoller ve alveoller) daha az sayıda, küçük ve kapanmaya eğilimlidir. Kollateral havayollarının çocuklarda bulunmayışı atelektaziye eğilim yaratır^{20, 21}.

Solunum sıkıntısı solunum işinin artması anlamına gelirken, solunum yetersizliği yeterli oksijenlenmenin ve/veya karbondioksit atılımının sağlanamamasıdır. Solunum yetersizliğinin kriterlerinden iki klinik bir laboratuvar bulgu ile solunum yetersizliği tanısı konur²² (Tablo 2).

Tablo 2. Solunum yetersizliği kriterleri

Klinik Kriterler	Laboratuvar Kriterleri
1. Solunum seslerinin azalmış ya da kaybolmuş olması	1. PaO ₂ <50, PaCO ₂ >50 mmHg (oda havasında)
2. Ciddi çekilmeler ve yardımcı solunum kaslarının kullanılması	2. Respiratuvar asidoz varlığı(pH<7.35)
3. Oda havasında siyanoz varlığı	3. %60 oksijen ile PaO ₂ <60 mmHg
4. Bilinç kaybı ve ağırlı uyaranlara yanıtızlık	4. PaCO ₂ >60mmHg olması ve giderek yükselmesi
5. Kas tonusunun azalması	5. Vital kapasite<15 ml/kg olması
6. Hırıltılı, inlemeli solunum	6. Maksimal inspiratuvar kuvvet<-20cmH ₂ O
7. Öksürme ve öğürme refleksinin kaybolması	7. Ölü boşluk/tidal hacim oranı>0.75
8. Apne gelişimi	

Akut solunum yetersizliği esas olarak, hipoksik ve hiperkapnik olarak ikiye ayrılır (Tablo 3). Hipoksik solunum yetersizliği gaz değişim yetersizliği sonucu gelişirken, hiperkapnik solunum yetersizliği solunumsal pompa ve gaz değişim yetersizliği sonucu gelişir.

Oksijenizasyon veya ventilasyon yetersizliği akciğer hastalıkları, kalp fonksiyon bozuklukları, nörolojik hastalıklar, çoklu organ yetmezliği, kardiyopulmoner bypass ve cerrahi gibi birçok nedene bağlı olarak gelişebilir. Pnömoni, toksik gaz inhalasyonu, göğüs travması, hemoraji, aspirasyon gibi nedenler primer akciğer hasarına yol açarak mekanik ventilasyon ihtiyacı doğurabilir. Mekanik ventilasyon ayrıca kardiyovasküler fonksiyon bozukluğu bulunan hastalarda solunum işinin azaltılması, nörolojik hastalıklarda ise havayolu güvenliğinin sağlanması ve/veya kafa içi basınç artışı tedavisinde kullanılabilir. Mekanik ventilasyon endikasyonları Tablo 4'te gösterilmiştir^{20,22}.

Tablo 3. Solunum yetersizliği tipleri

Tip I (Hipoksemi)	Tip II (Hiperkapni)		
	Solunum uyarısı azalmış	Solunum işi artmış	Solunum kaslarında yorgunluk
<ul style="list-style-type: none"> • Pnömoni • Obstrüktif akciğer hastalıkları • Septik şok • ARDS • Aspirasyon • Akciğer ödemi • Plevral efüzyon 	<ul style="list-style-type: none"> • İlaç etkisi • MSS enfeksiyonu • Santral uyku apnesi • Hipotiroidi • Metabolik alkaloz • Beyin sapı hasarı 	<ul style="list-style-type: none"> • Astım • Obesite • Hava yolunda ödem • Pnömotoraks • Üst hava yolu tıkanıklığı 	<ul style="list-style-type: none"> • Hipokalemi • Hipofosfatemi • Hipomagnezemi • Kas hastalığı • Myastenia gravis • Spinal kord hasarı • Poliomyelit

Tablo 4. Mekanik ventilasyon endikasyonları

1. FiO₂ %0,6 iken PaO₂<60 mmHg olması (siyanotik kalp hastalığı yokluğunda)
2. PaCO₂ ≥50 mmHg (Akut gelişmiş ve tedaviye yanıtızsızlık)
3. Herhangi bir nedenden dolayı apne ve hipoventilasyon
4. Primer pulmoner hastalık veya havayolu obstrüksiyonundan kaynaklanan akut solunum yetersizliği
5. Nöromuskuler güçsüzlük
6. Koruyucu solunum yolu reflekslerinin olmaması
7. Göğüs duvarının bütünlüğünün bozulmasından veya pulmoner basıdan dolayı gelişen akut solunum yetersizliği
8. Hemodinamik dengesizlik(kardiyopulmoner resüsitasyon, şok)
9. Teröpatik hiperventilasyon(İntrakraniyal hipertansiyon, pulmoner hipertansiyon, metabolik asidoz)
10. Solunum hızının yaş için kabul edilebilir normal sınırların çok üzerinde olması
11. Nakl edilecek hastada yukarıdakilerin gelişme olasılığı

4.6 Mekanik Ventilasyon Uygulamaları

“Suni solunum” kavramı çok eskiden beri bilinmekle birlikte yaygın bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaya başlanması 20. yüzyılda olmuştur. Negatif basınçlı ventilasyon ile başlayan bu süreç 1950’li yılların sonuna doğru pozitif basınçlı ventilasyon (PBV) ile yaygın hale gelmiştir. Son 30 yılda mekanik ventilatör teknolojisindeki ilerleme çok hızlı olmuştur. Mekanik ventilasyonun kullanımının yaygınlaşması ve araştırma sayısının artması ile birlikte pozitif basınçlı ventilasyonun eskiden sanıldığı gibi aksine zararsız bir yöntem olmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle yeni ve daha güvenilir ventilasyon tekniklerinin ve mekanik ventilatörlerinin geliştirilmesine yönelik arayışlar vardır. “Konvansiyonel mekanik ventilasyon” yanında “konvansiyonel olmayan” yöntemlerde uygulanmaya başlanmıştır. Bazı kaynaklar konvansiyonel olmayan mekanik ventilasyon başlığı altında yüksek frekanslı ventilasyon, nitrik oksit ve ECMO’dan bahsederken, diğer kaynaklar akciğeri koruyucu ventilasyon tekniklerini de bu başlık altında toplamaktadır.

PBV invaziv ve noninvaziv şekilde yapılmaktadır. Geçmişte tüm PBV'ler endotrakeal yolla uygulanırken günümüzde noninvazif ventilasyon giderek daha sık kullanılmaya başlanmıştır²³.

4.6.1 Mekanik Ventilasyon Uygulamalarında Farklılıklar

Erişkin ve çocukların solunum sisteminde birçok anatomik ve fizyolojik farklılıklar olması nedeniyle mekanik ventilasyon uygulamasında her hasta ayrı olarak değerlendirilir. Hastanın yaşı ve altta yatan hastalıklar mekanik ventilasyon uygulamaları için önem taşımaktadır. Konjenital kalp hastalığı, kronik akciğer hastalığı, astım, akut respiratuvar distress sendromu ve daha birçok hastalıkta ventilasyon yaklaşımları tamamen farklıdır. Çocuk ve erişkin normal solunum değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir^{24,25}.

Tablo 5. Çocuk ve erişkin normal solunum değerleri

Solunum Değerleri	Çocuk	Erişkin
Solunum hızı(/dk)	20-60	12-26
İnspiriyum zamanı(sn)	0,4-0,9	1,25
Tidal hacim(ml/kg)	6-8	6-8
Ölü alan (ml/kg)	2-2,5	2,2
Ölü alan/tidal hacmi oranı	0,3	0,3
Vital kapasite (ml/kg)	35-40	50-60
Fonksiyonel rezidüel kapasite (ml/kg)	27-30	30
Alveolar ventilasyon (ml/kg/dk)	100-150	60
Oksijen tüketimi (ml/kg/dk)	6-8	3
Hava yolu direnci (cm/H ₂ O/sn)	25-30	1,6

4.6.2 Ventilatörler ve Yöntemler

Ventilatörler temel olarak basınç ve hacim kontrollü ventilasyon yapabilir. Basınç ventilasyonunda pik havayolu basıncı (PIP) ayarlanır ve gaz akımı istenilen basınca ulaşıncaya kadar devam eder. Akciğerin kompliansına ve havayolu direncine göre tidal hacim değişir. PIP'in sabit olması nedeniyle akciğeri aşırı basınçtan ve barotravmadan korur. Birçok merkez küçük çocuklarda basınç ventilasyonunu tercih etmektedir.

Hacim ventilasyonunda tidal hacim ayarlanır. Tidal hacim sabittir. Akciğerin kompliansına bağlı olarak PIP değişkendir. Hacim kontrollü ventilasyonda PIP çok yüksek olabilir

ve akciğer zarar görebilir. Barotravma olasılığı daha fazladır. Barotravma basınç alarm limitlerinin doğru ayarlanması ile önlenir^{24, 31}.

Tablo 6. Basınç ve hacim kontrollü ventilasyonda ayarlanan parametreler²⁵

Basınç Kontrollü Ventilasyon	Hacim Kontrollü Ventilasyon
FiO ₂ Solunum hızı İnspiriyum zamanı PEEP PIP	FiO ₂ Solunum hızı İnspiriyum zamanı PEEP Tidal hacim

Tablo 7. Basınç ventilasyon ile hacim ventilasyonunun farklılıkları²⁵

Basınç Kontrollü Ventilasyon	Hacim Kontrollü Ventilasyon
Uygulanan basınç sabit Tidal hacim değişken Komplians ve dirence bağlı tidal hacim değişir Barotravma daha az	Tidal hacim sabit Hipoventilasyon-Hiperventilasyon riski az Kompliansa ve dirence bağlı PIP değişir ETT’de kaçak durumunda TV’i sağlamak zor Barotravma daha fazla

Tablo 8. Yöntemler(Modlar)²⁵

Basınç Kontrollü Ventilasyon	Hacim Kontrollü Ventilasyon
IMV SIMV SIMV+PS ACV PCV	IMV SIMV VSV ACV VCV

4.6.3 Mekanik Ventilasyon Değişkenleri

4.6.3.a FiO₂

Oksijen yüksek dozlarda toksik bir ilaçtır. Toksikiteyi belirleyen oksijen konsantrasyonu ve veriliş süresidir. Genel yaklaşımda yeterli PaO₂ sağlamak için mümkün olan en düşük FiO₂ kullanılır. FiO₂’nin 0,6’nın üzerinde olması oksijen toksisitesine yol açar.

Oksijen düzeyi FiO_2 'e bağlıdır ve kardiyopulmoner hastalıklardan, PEEP ve ortalama havayolu basıncından (MAP) etkilenir. V/P (Ventilasyon/Perfüzyon) oranı bozulduğunda ve difüzyon bozukluğunda primer yaklaşım FiO_2 'nin artırılmasıdır. Bunun yanında hipoventilasyona bağlı hipoksevide yeterli ventilasyonun sağlanması ve intrapulmoner şant gelişen hastalarda yeterli PEEP ve MAP uygulaması hipoksemiye düzeltir²⁵.

4.6.3.b PEEP

PEEP uygulaması ventilasyonun ekspiratuvar fazı süresince basıncı atmosfer basıncının üzerinde tutarak hava yollarının ve özellikle alveollerin kapanmasını önler. Kollabe olmuş alveollerin açılması fonksiyonel rezidüel hacmi artırarak, ventilasyon perfüzyon oranını ve oksijenizasyonu düzeltir, hastanın solunum işini azaltır. Tüm bu etkiler oksijenizasyonun artmasını sağlar ve FiO_2 düzeyinin azaltılmasına olanak verir. Bunun yanında PEEP ortalama havayolu basıncını artırarak oksijenin kana geçmesi için basınç farkı oluşturur. Entübe edilerek mekanik ventilatöre bağlanan hastalarda akciğer hastalığı hafif ve oksijenizasyon yeterli ise 3-4 cmH₂O PEEP uygulamak yeterlidir. Atelektazi, pnömoni veya pulmoner ödem varlığında yüksek PEEP değerlerine ihtiyaç olmaktadır.

Akciğer hastalığı olan çocuklarda en uygun PEEP veya CPAP uygulamasının amacı yan etkiyi en aza indirerek maksimum etkiyi sağlamaktır. Temel nokta kardiyovasküler sistemde değişiklik oluşturmadan FiO_2 'i 0,6'nın altına düşürerek oksijenlenmeyi artıracak PEEP düzeyini uygulamaktır²⁵.

4.6.3.c Pik İspiratuvar Basınç (PIP)

Basınç sınırlı zaman sikluslu ventilasyonda PIP tidal hacmi oluşturan en önemli faktördür. Akciğer-toraksın kompliansı (C_{AT}), havayolu direnci (R_{aw}), tidal volüm, inspiratuvar akım hızı (V_i) ve PEEP, PIP'i etkileyen 5 ana faktördür.

PIP düzeyini saptarken dikkate alınan ana faktörler hastanın vücut ağırlığı, hastalığın tipi, akciğer kompliansı, havayolu direnci ve akciğerin zaman sabitidir. Yeterli ventilasyonu sağlayacak en düşük PIP düzeyi seçilir. Hafif veya orta solunum yetersizliğinde PIP 20-25 cmH₂O ile başlanır. Ağır hastalarda akciğer kompliansının belirgin olarak azalması nedeniyle PIP değerini yüksek tutmak gerekir.

Yüksek PIP uygulaması hava kaçağına, venöz dönüş ve kardiyak debide azalmaya yol açabileceğinden kaçınılması gerekir²⁵.

4.6.3.d Ortalama Havayolu Basıncı (Paw)

Ortalama havayolu basıncı tüm ventilatör siklusu boyunca akciğere uygulanan basınçtır. Ortalama havayolu basıncı akciğerde gaz dağılımında önemli rol oynar. Ayrıca ortalama

havayolu basıncının artması kalp debisinin azalmasına yol açarak dokulara oksijen transportunun bozulmasına yol açabilir.

PEEP, PIP, inspiratuvar akım hızı ve I:E oranı ortalama havayolu basıncını etkiler. FiO₂ ile hipoksemisi düzelmeyen hastalarda ortalama havayolu basıncı artırılarak oksijenizasyon düzeltilebilir.

Ortalama havayolu basıncı PIP, PEEP, inspiryum ve ekspiryum oranı ve gaz akım dalga formuna bağlıdır²⁵.

4.6.3.e Tidal Hacim (TV)

Normalde insanda tidal hacim 5 ile 7 ml/kg arasında değişmektedir. Yeni yaklaşımlarda TV 6-8 ml/kg olarak tercih edilmektedir. Ayarlanan TV'nin bir kısmının ventilatör devresinde kalması bir kısmının da entübasyon tüpünün etrafından kaçması nedeniyle ekshale tidal volüm hesaplanan değerden düşük olabilir ve inhale edilen TV ile karşılaştırıldığında önemli bilgi verir.

Basınç kontrollü ventilasyonda tidal hacim direkt olarak ayarlanmadığı için PIP düzeyi ile istenilen TV sağlanır. TV belirlenmesinde hastanın özelliği ve klinisyenin yaklaşımı en önemli unsurdur²⁵.

4.6.3.f Solunum Frekansı

Ventilatör frekansı (hızı) hastanın yaşına, hastalığın tipi ve derecesine, komplikasyonların varlığına ve klinik cevaba göre belirlenir. Solunum frekansı çocuğun yaşına uygun solunum sayısına yakın ve kan PCO₂ düzeyine göre ayarlanır. Mekanik ventilatör hızı ayarlanırken ventilatör hızının diğer parametrelere olan etkisi de dikkate alınmalıdır. Ventilatör hızını seçerken mekanik ventilatöre bağlı barotrauma olasılığı göz önüne alınmalıdır²⁵.

Tablo 9. Yaşa göre başlangıç solunum hızları²⁵

Yenidoğan	30-50/dk
Sütçocuğu	30-40/dk
Çocuk	20-30/dk
Adolesan	12-20/dk

4.6.3.h İspiryum Zamanı ve İspiryum- Ekspiryum Oranı (I:E)

Pozitif basınçlı ventilasyonda ispiryum zamanı ayarlanmasında ana belirleyici faktörler hastanın yaşı ve solunum paternidir.

Toplam siklus zamanı ispiryum ve ekspiryum zamanının toplamına eşittir. İspiratuvar ve ekspiratuvar zaman oranının ayarlanması, ispiryum zamanını ve ekspiryum için kalan

süreyi gösterir. Solunum hızına göre I:E oranı değişir. En sık önerilen 1:2 veya 1:3 oranlarıdır. Oran 1:1 altına indiğinde ekspiriyum süresi kısalmır ve yeterli ekspiriyum süresi olmaması hava hapsine ve hemodinamik komplikasyonlara yol açar. Havanın alveollerde kalması ile oto-PEEP oluşur. Bu olay ekspiratuvar zamanın uzatılması veya ventilatör hızının düşürülmesi veya her ikisi ile önlenir²⁵.

Tablo 10. Yaşa göre önerilen inspiratuvar zamanlar²⁵

Yenidoğan	0,5 saniye
Oyun çocuğu	0,5-0,75 saniye
Çocuk	1,0-1,5 saniye
Erişkin	1,5-2,0 saniye

4.6.3.i Tetikleme

Mekanik ventilasyon sırasında hastanın spontan solunuma bağlı basınç, akım ve hacimdeki değişikliği hissetmesine tetikleme denir. En sık akım ve basınç tetikleme kullanılır. Negatif basınç veya akımda değişiklik saptanması inspiyumu tetikler. Basınç tetiklemede genellikle -1 ile -2 cmH₂O, akım tetiklemede ise 1-3 L/dk değerleri kullanılır²⁵.

Tablo 11. Sağlıklı çocuklarda yaşa göre mekanik ventilasyon parametrelerinin ayarlanması²⁵

Parametreler	Sütçocuğu	Çocuk	Adolesan
FiO ₂	<0,6	<0,6	<0,6
TV(ml/kg)	6-8	6-8	6-8
PIP(cmH ₂ O)	20-25	20-25	20-25
PEEP(cmH ₂ O)	3-5	3-5	3-5
F(.../dk)	30-40	20-30	12-20
IT(saniye)	0,4-0,6	0,6-1,0	1,0-1,5

4.7 Ventilasyon Yöntemlerinin Sınıflanması

Mekanik ventilasyon sırasında, hastanın ne zaman ne şekilde nefes alacağını ve ventilatörün solunum fazlarına nasıl müdahale edeceğini (ventilatörün belli durumlarda nasıl davranacağını) belirleyen farklı solunum uygulamalarına ventilasyon yöntemleri (modları) denir. Farklı yöntemler arasında seçim yapılırken temel amaç, hastayı en konforlu şekilde tutarak, akciğerlerde en az travmaya yol açan ve yeterli ventilasyon ile oksijenizasyonu güvenli

bir şekilde sağlayan solunum şeklini seçmektir. Pek çok yöntem hem basınç hem de hacim kontrollü ventilatörlerde kullanılabilir. Hacim kontrollü ventilatörler inspiryumda hastaya uygulanan gazın miktarına, basınç kontrollü ventilatörler ise hastaya inspiryumda uygulanan basıncın miktarına göre çalışan ventilatör tipleridir. Daha yeni geliştirilen akım kontrollü ventilatörler ise inspiryum sırasında hastaya uygulanan akıma göre çalışırlar. Son zamanlarda geliştirilen çift kontrollü yöntemler ventilasyon sırasında hem verilen hacmi hem de inspiratuar basıncı kontrol altına almayı hedeflemektedir.

Mekanik ventilasyon sırasında dört temel solunum şekli vardır (Tablo 4):

- a. Zorunlu solunum uygulamasında;** hastanın ihtiyacı olup olmamasına bakmaksızın, makine belirlenmiş sayıda solunumu sabit zaman aralığıyla, belirlenmiş inspiryum süresince yapar.
- b. Yardımlı solunumda;** solunumda hastanın solunum işinin azaltılması amaçlanmışsa da bu iş hiçbir zaman tamamen ortadan kaldırılamaz.
- c. Destekli solunumda;** makine hastanın kendi belirlediği sayıda spontan solunumu, hastanın belirlediği zamanlarda ve makine tarafından kısmen belirlenmiş inspiryum süresince yapar. İnspiryum süresi makinenin belirlediği süreden daha uzun olmamak koşulu ile hasta tarafından değiştirilebilir. Fizyolojik solunuma en yakın uygulamalardan biridir.
- d. Spontan solunum;** solunumun tamamen hasta tarafından düzenlendiği, makinenin sadece basınç veya hacim desteği uyguladığı solunum şeklidir²⁶.

Tablo 12. Temel solunum şekilleri²⁶

Solunum Şekli	İnspiryumun Başlangıcı	İnspiryumun Sonlanması	Hız
Zorunlu	Makine	Makine	Makine
Yardımlı	Hasta	Makine	Makine
Destekli	Hasta	Makine	Hasta
Spontan	Hasta	Hasta	Hasta

4.8 Tam Mekanik Ventilasyon Desteği İçin Kullanılan Yöntemler

En uzun süredir kullanılan mekanik ventilasyon yöntemleri olup kontrollu ve zaman tetiklemeli yöntemlerdir. Bu yöntemde ventilasyon tamamen ventilatör tarafından uygulanır. Solunum hızı ventilatör tarafından belirlenir ve aralarda hastanın solumasına izin verilmez. Kontrollu ventilasyon yöntemleri zaman tetiklemelidir. Yani belirlenmiş bir zaman geçtikten sonra ventilatör tarafından inspiyum başlatılır. İnspiyumun kaç saniye süreceği ve inspiyum/ekspiryum oranının ne olacağı yine ventilatör tarafından belirlenir. Kontrollu solunum yöntemleri basınç ve hacim kontrollu olmak üzere iki şekilde uygulanabilir²⁶.

4.8.1 Basınç Kontrollu (Pressure control=PC) Mekanik Ventilasyon

Ventilatör kendi başlattığı, belirlenmiş sayıda, belirlenmiş sürede ve tepe inspiyatuar basınçta (PIP) solunumu yaptırır. Bütün basına dayalı ventilasyon yöntemlerinde, sağlıklı ve hasta akciğer ünitelerinde istenen basına ulaşılabilmesi için, yeterli inspiyum zamanının ayarlanması çok önemlidir. PC'nin başlıca avantajı tepe havayolu basıncı ve inspiyum zamanı ayarlandığı için akciğer hasarı riskini azaltmasıdır. Azalan inspiyatuar akım şekli alveollerin daha hızlı olarak ve daha homojen açılmasına olanak sağlar.

Özellikle yenidoğan ve çocuklarda yüksek havayolu basıncının zararlı etkilerinden korunmak için kullanılır. Uygulanacak PİP basıncı hastanın göğsünü yeterince kaldıracak ya da dakika ventilasyonu istenen düzeyde tutmayı sağlayacak miktarda tidal hacmin akciğgerlere girmesini garanti edecek basınç miktarıdır. Genelde çocuklarda sağlam akciğer için bu basınç düzeyi 15-20 cmH₂O iken hasta akciğerde 25 cmH₂O gibi değerler ile başlanır ve hasta akciğerin kompliansına göre titre edilerek artırılır. Ayırma yöntemi olarak kullanılamaz. Bazı ventilatörlerde bu yöntem asist-kontrol yöntemi şeklinde olduğu için ayırma sırasında da kullanılabilir. Spontan solunumu olan hastalarda kontrollu yöntemleri eğer asist özelliği yoksa kullanmamak gerekir.

Bu yöntem basınç kontrollu olduğu için barotravma riski azdır. Oksijenizasyon ve ventilasyon daha kolay ve etkin olarak düzenlenmektedir.

Aynı PIP değeri akciğer kompliansı normal olan hastalarda yeterli ventilasyonu sağladığı halde, akciğer kompliansı düşük hastalarda hipoventilasyon riskinde artışa neden olmaktadır²⁶.

4.8.2 Hacim Kontrollu (Volume control=VC) Ventilasyon

Ventilatörün başlattığı, belirlenmiş sayıda ve hacimde solunumu yaptırır. Ventilatör ayarlanan hacmi, ayarlanan zamanda, sabit bir akış ile hastaya verir.

Spontan solunumu olmayan ya da solunum eforu çok yetersiz olan hastalarda kullanılır. Ayırma yöntemi olarak kullanılamaz. Basınç kontrolden en önemli farkı, inspiriyumun istenilen basınca göre değil hedeflenen hacime göre ayarlanmasıdır.

Erişkinde ve solunum yollarında gaz kaçağının önemli olmadığı durumlarda kullanılan bir yöntemdir. Çocuklarda kafsız endotrakeal tüpler sık kullanıldığı ve havayollarından gaz kaçağı fazla olduğu için genellikle tercih edilmez. VC ventilasyonda hastanın dakika ventilasyonu hesaplanıp hastaya verilmesi garanti edildiği için, ventilasyonun sorun olduğu ve garanti edilmesi gereken hastalarda tercih edilir. En önemli avantajı, dakika ventilasyonunu garanti ettiği için hipoventilasyon riskinin basınç kontrollü ventilasyona göre daha az olmasıdır.

Ancak spontan solunumu olan hastalarda eğer cihazın asist özelliği yoksa sadece kontrol yöntemi olarak kullanılmaz.

Bu modda PİP basıncı hastanın akciğer kompliansına bağlı olarak değişir. Akciğer kompliansının çok düştüğü, ARDS gibi patolojik durumlarda PİP çok yükselebilir ve hemodinamik yan etkiler ile barotravma riski çok artabilir. Spontan solunumu olan hastalarda kontrollü ventilasyon uygun olmayacağı için, ventilatörden ayırma yöntemi olarak kullanılamaz²⁶.

4.8.3 Basınç Düzenlemeli Hacim Kontrol (Pressure Regulated Volume Control=PRVC)

Basınç ve hacim kontrollü ventilasyon yöntemlerinin avantajlarından birlikte faydalanmak ve dezavantajlarından korunmak için geliştirilmiş kompleks kapalı döngü sistemleri içeren bir yöntemdir. Zaman döngülü basınç limitli bir çift kontrollü yöntem olan PRVC hasta veya zaman tetiklemeli olabilir. Bu yöntemle ventilatör hastanın talebine göre ayarlanmış tidal hacme ulaşacak şekilde inspiratuar akımı ayarlayarak yeterli ventilasyonu güvence altına alır. Servo 300'de PRVC, Dräger Evita 4'de Autoflow bu yöntemin kullanıldığı farklı adla tanımlanan benzer ventilasyon yöntemleridir. En önemli avantajı azalan türde sayesinde daha düşük tepe inspiratuar basınç ile ventilasyonu garanti altına almasıdır. Ayrıca hastanın kompliansı düzeldikçe tepe inspiratuar basınçta ventilatör tarafından otomatik olarak azaltılmaktadır. İspiratuar tepe basıncı düşük tutması sayesinde alveollerin aşırı gerilmesi ve barotravma riski hacim kontrollü ventilasyondan daha azdır.

Bu yöntem esas olarak spontan solunumu olmayan hastalar için tasarlanmış olmakla birlikte asist kontrol özelliği olan bir hacim kontrol uygulamasıdır.

Özellikle değişken komplians/rezistans nitelikleri olan akciğer kompartmanlarını ve yüksek havayolu basıncı gerektiren hastaları ventile etmek için kullanılmakla beraber, pek çok durumda kullanılabilir. Belirli bir tidal hacmi minimal barotravma riski ile vermeyi sağlar²⁶.

4.8.4 Hacim Garantili Basınç Destek (Volume Assured Pressure Support)

Aynı solunum içinde iki ayrı parametreyi kontrol edebilen yöntemlerden biri de hacim garantili basınç destektir. Ventilator her bir soluğun inspiyum sürecinde, hastanın inspiratuvar eforuna ve klinisyenin belirlediği minimum tidal hacme ulaşip ulaşamamasına göre basınç kontrolden hacim kontrole ya da basınç destekten volem kontrole geçebilir. Bu sayede minimum tidal hacim garanti edilirken solunum işi de azaltılmış olur²⁶.

4.9 Kısmi Mekanik Ventilasyon Desteği İçin Kullanılan Yöntemler

Mekanik ventilasyon sırasında hastaların spontan solunumlarına izin verilebilmesi amacı ile geliştirilen yöntemlerdir. Yapılan pek çok çalışma mekanik ventilasyon sırasında hastanın yaptığı spontan solunumların akciğerlerde atelettazileri önlediğini ve atelettatik alanların açılmasını artırdığını göstermiştir. Bu sayede ventilasyon/perfüzyon oranı ve gaz değişimi düzelir. Bu yöntemler gerek mekanik ventilasyon desteği için gerekse mekanik ventilasyondan hastayı ayırırken, ventilasyon desteğini tedricen azaltmak için kullanılır. Kısmi mekanik ventilasyon uygulamanın mekanik ventilasyon tedavilerine getirdiği üstünlükler hastanın sedasyon ihtiyacını azaltmak, mekanik ventilasyonun yol açtığı hemodinamik olumsuzlukları azaltmak, solunum kaslarının kullanılmamaya bağlı atrofisini önlemek ve ventilatörden ayrılma işlemini kolaylaştırmaktır²⁶.

4.9.1 Aralıklı Zorunlu Solunum (İntermittant Mandatory Ventilation=IMV)

Gerek tam mekanik ventilasyon desteği için, gerekse mekanik ventilasyondan ayırma yöntemi olarak kullanılan bir yöntemdir. Belli sayıda zorunlu solunum, ventilator tarafından, sabit zaman aralıkları ile yaptırılırken, aralarda ise hastanın spontan solunum hareketlerine izin verilir.

Genellikle yenidoğanlarda ve ufak süt çocukları gibi hastanın spontan solunum eforunun çok büyük problem oluşturmadığı hastalarda kullanılır. Belli sayıda solunumu düzenli olarak garanti ettiği için apne riski yoktur. Ventilatorle uyumsuz olan hastalarda tercih edilmemesi gereken bir yöntemdir²⁶.

4.9.2 Senkronize Aralıklı Zorunlu Solunum (Synchronize İntermittant Mandatory Ventilation =SIMV)

Ventilator belirli zaman aralığı içinde belirlenmiş sayıda soluk verir. IMV'den en önemli farkı, solunum siklusunun bir bölümünde ventilator hastanın soluk başlatmasını bekler ve hissettiği zaman hastanın soluğu ile eşzamanlı soluk yaptırır. Eğer belirlenmiş zaman aralığı süresince hasta spontan nefes başlatmazsa ventilator planlanmış olan nefesi verir. SIMV'de

hastanın spontan solunum eforunun başlamasına göre zorunlu solunumlarının arası az ya da çok farklıdır, fakat 1 dakikadaki ventilatörün yaptırdığı zorunlu solunum sayısı başlangıçta belirlendiği kadardır.

Tek başına SIMV olarak ya da spontan solunumların basınç destekli olduğu SIMV+PS şeklinde kullanılabilir.

Hastanın spontan solunumu ile uyumludur, dolayısı ile hastanın solunum işi ve stresi daha azdır. Barotravma riski azalmıştır. Mekanik ventilasyondan ayırma için uygun bir yöntemdir.

Başlıca dezavantajları hiperventilasyon ve solunumsal alkalozdur (hızın uygun ayarlanmadığı durumda). Ventilatör devresi, endotrakeal tüp ve valflerden dolayı spontan solunumların solunum işi artmıştır. Bu olumsuzluk pressure support eklenerek aşılabılır²⁶.

4.9.3 Yardımlı Solunum Yöntemi (Assisted ventilasyon) ve Yardımlı/kontrollü solunum yöntemi (Assist/Control ventilasyon A/C)

Solukların kısmen hasta tarafından başlatıldığı ya da hasta tarafından katkıda bulunulan ventilasyon yöntemleri yardımcı solunum yöntemleridir. Mekanik ventilasyon uygulamaları sırasında spontan soluyabilen hastaların, solunum ihtiyaçlarının ventilatörler tarafından hissedilebilmesi için havayolları basıncında inspiryum sırasında meydana gelecek değişikliklerin cihazlar tarafından algılanmasını sağlayan sistemler geliştirilmiştir. Havayollarındaki negatif basınç cihaz tarafından algılandığında, ventilatör tetiklenir ve ayarlanmış olan mekanik solunum hastaya verilir. Bu yöntem basınç tetiklemeli, basınç hedefli, zaman sikluslu bir yöntemdir. Spontan solunumu olan hastalarda kullanılmakla beraber, hastanın apne olasılığına karşılık, daima minimum ventilasyonu sağlayacak bir kontrollü ventilasyon yöntemi, asist/kontrol ventilasyon yöntemidir.

Tam ventilatör desteğinden, kısmi ventilatör desteğine ve ventilatörden ayırma yöntemine kadar pek çok amaçla kullanılabilir. A/C ventilasyon hem kontrollü ventilasyonun güvenliğini hem de hasta ile uyumun avantajlarını bünyesinde barındırmaktadır²⁶.

4.9.4 Senkronize Aralıklı Zorunlu Solunum ve Basınç Destekli Ventilasyon (SIMV/PS)

Bugün için yoğun bakım ünitelerinde en sık tercih edilen yöntemlerden biridir. Spontan solunumların hepsi basınç desteği ile desteklenir. Hacim veya basınç kontrollü olabilir.

Tam ventilatör desteğinden ayırma dönemi dahil olmak üzere pek çok durumda kullanılır. Hem hastanın ventilatör ile uyumlu solumasını sağlar hem de entübasyon tüpü ve diğer ventilatör devrelerinin oluşturduğu dirence karşı hastaya destek olur, spontan solunumun daha kolay olmasını sağlar²⁶.

4.9.5 Zorunlu Dakika Ventilasyonu (MMV)

Başlangıçta ventilatör bir minimum dakika ventilasyonuna ayarlanır. Eğer hastanın dakika ventilasyonu bu değerin altında kalırsa ventilatör hastaya önceden ayarlanmış hacimlerde pozitif basınçlı solunum yaptırır. SIMV’de belli aralıklarla verilen zorunlu solukların yerine MMV’de ancak spontan solunum, seçilmiş minimal ventilasyonun altında kalırsa zorunlu soluklar verilmektedir. Bu yöntem düzensiz spontan solunumu olan hastalarda zorunlu solukların gereksiz yere erken verilmesini önlemek ve daha fizyolojik solunuma izin vermek için geliştirilmiştir.

Esas olarak SIMV’ye benzemekle beraber, eğer hasta spontan ayarlanmış dakika hacminin üzerinde soluyorsa mekanik solunumlar yaptırılmamaktadır. Hastaları mekanik ventilatörden ayırmak için kullanılır. Ventilatör hastanın ihtiyacına göre adapte edilebilmektedir²⁶.

4.10 Spontan Solunum Yöntemleri

4.10.1 Basınç Destekli Ventilasyon (Pressure support=PS)

Basınç limitli, akım döngülü ve her solunumun hasta tarafından tetiklendiği bir ventilasyon yöntemidir. Hem stabil ventilatör desteği yöntemi olarak, gerekse ventilatörden ayırma yöntemi olarak kullanılabilir. PS ventilasyonda hastanın solunum eforunun ventilatör tarafından hissedilmesi ile inspiriyum başlar. Hasta ve ventilatör eş zamanlı çalışır ve solunum işini paylaşır.

Esas kullanılma amacı hastanın spontan solunumlarını desteklemek olduğu için ancak güvenli solunum uyarısı olan hastalarda kullanılabilir. PS düzeyi iki farklı amaçla kullanılabilir:

- A. Düşük düzey (5-20 cmH₂O arasında): Bu düzey sıklıkla IMV gibi diğer ventilasyon yöntemleri ile birlikte spontan solunumları desteklemek için kullanılır. IMV ya da SIMV yönteminde 5-10 cmH₂O basıncı PS eklemekle hastanın spontan solunumlarının solunum işi azaltılabilir. Özellikle ventilatörden ayırma aşamasında çok faydalıdır.
- B. Yüksek düzey PS (>20 cmH₂O): Tek başına tüm solunum işlerini yüklenmek amacıyla kullanılabilir. Bu durumda basınç limitli, hasta tetiklemeli diğer pozitif basınçlı ventilasyon yöntemleri gibi kullanılabilir.

Spontan solunumu olmayan hastalarda ve solunum dürtüsü güvenli olmayan hastalarda kullanılmamalıdır²⁶.

4.10.2 Hacim Destekli Ventilasyon (Volume support ventilation=VSV)

Bir spontan solunum yöntemi olup, hastanın spontan nefesleri ventilatör tarafından desteklenmektedir. Bu yöntem, solunum sayısını inspiriyum süresini ve akımı hasta belirlediği için basınç desteğine benzer. Hastanın kompliansı ve daha önceki solunumları ölçülerek yeterli tidal hacmi oluşturacak bir tepe basıncı belirlenir.

VSV'nin başlangıcında ventilatör, peş peşe basıncı gittikçe artan 4 nefes vererek, hastanın kompliansını ve ayarlanan tepe basınca göre istenen tidal hacime ulaşabileceği en düşük basıncı belirler. Hastanın akciğer mekanikleri düzeldikçe alet hastaya uyguladığı basınç desteğini otomatik olarak azaltır. Ancak yapılan çalışmalarda tidal hacimdeki değişiklikler, hasta ventilatör uyumsuzluğu ve weaning başarısızlıklarını bildirmektedir.

Bu yöntem hastanın yeterli solunum kapasitesi olmadığına ya da ventilatörden destek beklediği durumlarda uygundur. Güvenli spontan solunum eforu olmayan hastalarda ve solunum yollarından hava kaçağı fazla olan hastalarda uygun değildir. Çocuklarda kafsız tüpler sık kullanıldığı ve havayolundan kaçaklar fazla olduğu için, ayrıca kanıtlanmış bir avantajı olmadığı için sık tercih edilen bir yöntem değildir²⁶.

4.10.3 Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı (Continuous pozitif airway pressure=CPAP)

Spontan soluyan hastalarda ekspiriyum sonu basıncını atmosfer basıncının üzerinde tutarak akciğer hacimlerini ve oksijenasyonu artırmayı amaçlayan bir ventilasyon yöntemidir. Pozitif havayolu basıncı ventilatör tarafından tüm solunum siklusu boyunca sağlanır ve tüm solunumlar spontandır.

Üst solunum yollarında yumuşak doku obstrüksiyonu olan hastalarda ve havayollarında kollaps olan hastalarda kullanılır. Hava tutulması olan hastalarda ağız ile alveol arasındaki basınç farkını azaltmak için de kullanılabilir. Pek çok hastada ekstübasyondan önce kısa süreli kullanılabilir.

PEEP'in yaptığı işi, spontan soluyan hastalarda CPAP yapar. Eğer akciğer hacimlerinin azalmasına bağlı hipoksemi varsa, oksijenizasyonu düzeltir, kollabe olan akciğer ünitelerini açar ve solunum işini azaltır. Dinamik hiperinflasyon ve oto-PEEP'i olan hastalarda solunum işini azaltır. Eğer aşırı PEEP uygulanırsa akciğerlerin aşırı gerilmesi ve solunum işinin aşırı artışına yol açabilir²⁶.

4.10.4 Havayolu Basınç Boşaltmalı Ventilasyon (Airway Pressure Release Ventilation=APRV)

Bu ventilasyon yöntemi hastaya CPAP uygulanırken, hastanın spontan solunumunu engellemeksizin, alveolar mekanik ventilasyonun güçlendirilmesi için geliştirilmiştir. Prensip

olarak bir CPAP sistemidir, aralıklı olarak kısa süreli CPAP basıncının düşürülmesi ile alveolar ventilasyon sağlanır.

Çocuk hastalar ile yapılmış çalışmalar yetersiz olmakla birlikte erişkin çalışmaları akciğer hastalıklarında IMV'ye göre daha az hemodinamik yan etki ile kullanılabileceğini göstermiştir. Genellikle yaygın alveoler hasarı ve düşük akciğer kompliansı olan, yüksek frekanslı ventilasyon sınırındaki hastalarda kullanılır. Esas avantajı spontan solunumu korurken daha yüksek ortalama havayolu basıncı sağlayabilmesidir. Spontan solunuma daha yakındır, dolayısı ile daha az sedasyon ve kas gevşetici gerektirir. Çocuk kullanımı konusunda bilgi birikimi henüz yeterli değildir²⁶.

4.10.5 İki Düzeyli Pozitif Havayolu Basıncı (Biphasic İntermittent Pozitive Airway Pressure=BİBAP)

BİBAP hem inspiryum hem de ekspiryumda pozitif basınçlı hava vererek tidal volüm ve ventilasyonu arttırmaktadır. Normal yutkunma fonksiyonunu, beslenmeyi, konuşmayı engellememekte, öksürme refleksi ve humidifikasyonu koruyarak hasta uyumunu arttırmaktadır. İnvaziv yöntemlerin (trakeostomi ve entübasyon) komplikasyonları, sekonder infeksiyonlar gibi birtakım dezavantajlar ortadan kalkmaktadır. Kolay uygulanabilir olması, taşınabilir olması ve hastaya oldukça büyük ölçüde bağımsızlık sağlaması yararlı etkileridir.

Son çalışmalarda BİBAP'in, basınç kontrollü ventilasyona spontan solunumu eklemesiyle, akut akciğer hasarı ve ARDS'de altta kalan akciğer bölümlerinde gaz değişimini düzelterek faydalı olduğu gösterilmiştir. Dolayısı ile solunum yetersizliğinde tüm dönemlerinde (başlangıç, stabilizasyon ve ayırma dönemlerinde) kullanılabilecek esnek ve evrensel bir yöntem olarak sunulmaktadır.

BİBAP hastaya, klasik yöntemlerin aksine inspiryum sırasında da aktif olan ekspiryum valfi sayesinde, sınırsız soluma imkânı sağlamaktadır. Bu aktif ekspiryum valfi havayolu basıncının sürekli kontrolünü sağlar ve ventilatör devresindeki basınç değişikliklerini kompanse etmesini sağlar. Ancak öte yandan günümüzde tüm modern ventilatörlerde ekspiryum valfi aktiftir, ve bu yöntemin üstünlüğü kanıtlanmamıştır²⁶.

4.11 Kapalı Döngü Sistemli Ventilasyon Yöntemleri

Bu yöntemler, ventilatöre hastadan gelen bilgilere göre ventilasyon uygulamasında değişiklik yapma olanağı sağlayan yöntemlerdir.

4.11.1 Uyumlu Destek Ventilasyon (Adaptive Support Ventilation=ASV)

Bu yöntem mekanik ventilasyonun bütün evrelerinde tam veya kısmi ventilasyon desteği için kullanılabilen bir yöntemdir. Amaç hastanın kendi belirlediği sıklık ve tidal

hacimle yeterli oksijenizasyon ve ventilasyonu, elastik ve direnç yükünü en az hissederek solumasını sağlamaktır.

ASV solunum hızı ve basınç düzeylerinin otomatik olarak ayarlandığı bir PCV ve PSV kombinasyonu olarak kabul edilebilir. Spontan solunum yokken ASV her solunumda ölçülen akciğer mekaniklerine göre basınç kontrollü mekanik ventilasyon gibi çalışır. Spontan solunumlar başladığında alet PCV'den PSV'ye geçer. Eğer dakika hacmi garanti edilen minimum dakika ventilasyonunun altına düşerse PCV'ye geri döner. Böylece hastanın ihtiyacına göre ventilatör desteğinin gerçek zamanlı ayarlanması ve solunum sıkıntısının önlenmesi demektir. Çocuk yaş grubunda yeterli tecrübe bulunmamaktadır²⁶.

4.11.2 Orantısal Yardım Ventilasyonu (Proportional Assist Ventilation=PAV)

Hastanın ventilatör parametrelerinin sürekli ölçülmesi ile hastanın solunum eforunun derecesine göre destekli solunumların yaptırıldığı (değişen oranlarda destek sağlayabilen) bir spontan solunum yöntemidir. Ventilatör hastanın anlık eforunun oranına göre aynı solunum içinde ya da solunumdan solunuma değişen basınç desteği sağlar. Hastanın solunum uyarısı solunum sayısını ve inspiriyum süresini belirlerken, klinisyen PEEP ve FiO₂ 'yi belirler.

Bu yöntemin önemli avantajlarından biri, solunum yetersizliğindeki hastada, solunum eforu sırasında elanstans ve rezistansta oluşan ani değişikliklere uyum sağlayabilme yeteneğidir. Bu sayede solunum işi azalır ve konforu daha iyi olur. Dezavantajı, spontan soluyan hastalarda elastans ve rezistansın tam olarak ölçülmesindeki zorluklar ile birlikte endotrakeal tüpün direnci ya da oto-PEEP'in varlığıdır²⁶.

4.11.3 Otomatik Tüp Kompansasyonu

Trakea düzeyindeki havayolu basıncını düzenler. Bu sistem endotrakeal tüpün tipine ve iç çapına göre trakeal basıncı hesaplar. Otomatik tüp kompansasyonu entübe olarak mekanik ventilatördeki hastada trakeal basıncı sürekli olarak hesaplar ve endotrakeal tüpten kaynaklanan direncin solunumdan solunuma farklı olarak kompanse edilmesini sağlar²⁶.

4.11.4 “Akıllı Bakım” (Smartcare®)

Bu yöntemde ventilatöre girilen belli kriterlere göre ventilatör hastanın spontan solunum eforunu belirleyerek ona göre PS düzeyini artırıp azaltarak, mekanik desteği titre edebilir ve ayırmayı kolaylaştırabilir. Solunum hızı, tidal hacim ve ETCO₂'deki değişikliklere göre ventilatör hastanın ihtiyacını belirleyerek desteğin miktarını kendisi değiştirebilir. Bu tip yöntemlerin en önemli avantajı, hastanın solunum durumundaki değişikliklerin anında saptanıp gerekli ayarların doğru olarak yapılabilmesi ve ayırmanın daha hızlı ve doğru olarak yapılabilmesidir. Yöntem sadece erişkinlere yöneliktir ve çocuklarda denenmemiştir²⁶⁻²⁹.

4.12 Yüksek Frekanslı Ventilasyon

Konvansiyonel mekanik ventilasyon solunum yetersizliği olan hastaların tedavisinde yaygın olarak kullanılan ve etkin bir tedavi yöntemidir. Konvansiyonel yöntemler ile ventilasyonda verilen hacmin çoğunluğunun sağlıklı akciğer dokusuna yöneldiği ve bunun da volütravmayı artırdığı düşünülmektedir. Sağlam bölgelerin konvansiyonel mekanik ventilasyon sırasında inspiyum ve ekspiyum ile siklik olarak şişip inmesinin akciğer hasarını artırıcı etkisi bulunmaktadır. Konvansiyonel mekanik ventilasyonun neden olduğu zorluklardan kaçınmak ve akciğer koruyucu özelliklerinden dolayı yüksek frekanslı ventilasyon (YFV) kullanımı günümüzde yaygınlaşmıştır. Yüksek frekanslı osilatuar ventilasyon (YFOV) en çok kullanılan şeklidir. Ülkemizde de özellikle yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde ve sınırlı sayıda diğer yoğun bakım ünitelerinde kullanılmaktadır.

Yüksek frekanslı ventilasyon, anatomik ölü boşluktan daha küçük tidal volümler ve suprafizyolojik ventilasyon hızları kullanılarak uygulanan bir ventilasyondur. Bu tekniğin başlıca avantajları daha düşük hacim ve basınç değişiklikleri yapması, siklik gerilimin ortadan kalkması, distal havayollarında, distal havayollarında belirgin ölçüde daha düşük basınçlarda etkin gaz değişimi sağlaması ve endojen sürfaktan üretiminin daha az baskılanmasıdır.

Başlıca endikasyonlar arasında ARDS, pulmoner ödem, pnömoni, sepsis, restriktif akciğer hastalıkları, yenidoğan döneminde RDS, mekonyum aspirasyon sendromu ve persistan pulmoner hipertansiyon bulunmaktadır.

Hastanın yüksek frekanslı osilatuar ventilasyona bağlanması için kullanılan klinik kriterler, oksijenizasyon indeksi'nin (OI) >13-15 olması ve/veya yüksek ventilatör ayarlarının (PIP ≥ 35, PEEP ≥ 10-15) gerekmesidir.

$$OI = (P_{aw} \times FiO_2 \times 100) / PaO_2$$

Uygulama sırasında amplitüd (ΔP), frekans, inspiyum zamanı, FiO_2 , ortalama hava yolu basıncı ve çapraz akım kullanılan parametrelerdir.

Yüksek frekanslı ventilasyon ağır obstrüktif havayolu hastalığı olan çocuklarda, sınırlı ekspiratuvar zaman nedeniyle barotravma riskini artırdığı için kontrendike kabul edilmektedir. HFV sırasında intratorasik basınç artacağı için intrakranial basınç artışı olan hastalarda bu teknik önerilmemektedir^{23,30-32}.

4.13 Pozitif Basıncılı Mekanik Ventilasyonun Etkileri ve Komplikasyonları

Mekanik ventilasyon sıklıkla hayat kurtarıcı iken, komplikasyonları nedeniyle yaşamı tehlikeye de sokabilmektedir. Bu nedenle mekanik ventilatör kullananların mekanik ventilatörle ilişkili yan etkileri bilmeleri gerekmektedir. Mekanik ventilasyon pek çok organı olumlu ya da olumsuz etkilemektedir.

4.13.1 Mekanik Ventilasyonun Kardiyovasküler Sistem Üzerine Olan Etkileri

Kalp, büyük damarlar ve pulmoner vasküler yatak toraks içerisinde olup, MV ile ilişkili intratorasik basınç değişikliklerinde doğrudan etkilenirler. MV sırasında inspiryumda artan basınçlar büyük damarlara baskı uygular ve santral venöz basınç artar. Venöz dönüş azalması sağ ventrikül dolununun ve sağ kalp atım hacminin azalmasına neden olur. Sağ kalp debisinde düşme sol ventrikül debisinde azalmaya neden olur ve sistemik kan basıncında düşme meydana gelir. Sağ kalbin dinlenme dönemindeki hacmi yükselir ve septum sola doğru itilir. Sonuç olarak kardiyak debi etkilenir.

Tablo 13. PBV uygulaması sırasında kardiyak debiyi azaltan başlıca faktörler^{33,34}

Venöz dönüşte azalma
Afterload'da artma
Miyokardiyal iskemiden kaynaklanan kontraktilite azalması
Kontraktiliteyi azaltan humoral mediyatörlerin dolaşıma karışması
Sağ ventriküler volümde artış ve septal şifte bağlı sol ventrikül doluşunda azalma

4.13.2 Mekanik Ventilasyonun İntrakraniyal Basınç ve Serebral Perfüzyon Üzerine Olan Etkileri

Mekanik ventilasyon kalp debisi ve ortalama sistemik arteriyal basıncı azaltarak serebral perfüzyon basıncının azalmasına yol açabilir. Mekanik ventilasyon sırasında santral venöz basıncın artmasından dolayı kalbe doğru olan venöz dönüş azalır, bunun sonucu intrakraniyal basınç artarak serebral perfüzyon basıncı azalır ve bu durum serebral hipoksi ile sonuçlanabilir³⁵.

4.13.3 Mekanik Ventilasyonun Renal Fonksiyonlar Üzerine Olan Etkileri

Artan intratorasik basınç, kalp debisinde azalma ve dolayısıyla renal kan akımında azalmaya neden olur. Bunun sonucunda idrar çıkışı, GFR ve idrar ekskresyonunda azalma meydana gelir. Ortalama arteriyal basınçta düşüklüğe cevap olarak baroreseptör stimülasyonunda azalma ve renal sempatik stimülasyonda artma meydana gelir. Renal sempatik sinirin stimülasyonu ise hem renal kan akımını hem de renal Na ekskresyonunu azaltır.

Pozitif basınçlı ventilasyonun toraks içinde yarattığı basınç değişiklikleri ile ADH salınımı artırarak, oligoanüriye neden olmaktadır. Ayrıca mekanik ventilasyon renin-

anjiotensin-aldosteron kaskatını stimüle ederek idrar hacmi ve idrar Na eksresyonunu azaltmaktadır³⁶.

4.13.4 Mekanik Ventilasyonun Hepatik ve Gastrointestinal Sistem Üzerine Olan Etkileri

Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda kalp debisinin azalması ve hepatic vasküler dirençteki artış hepatic fonksiyon bozukluğuna katkıda bulunur. Hepatic direncin artmasına da hepatic venöz basıncın artması ve mekanik kompresyon neden olur. Ayrıca safra kanalına doğru safra akışındaki direncin artmasının vasküler tıkanmaya neden olarak karaciğer fonksiyonlarını olumsuz etkilediği bilinmektedir³⁶.

4.13.5 Mekanik Ventilasyonun Gaz Değişimi Üzerine Olan Etkileri

Mekanik ventilasyon sırasında ventilasyon mekaniğinde oluşan problemler hipoverilasyon, hipoverilasyon, hava hapsi, gastrik distansiyon ve oksijen toksisitesi olarak sayılabilir.

Hipoverilasyon: Yeterli solunum eforu olmayan hastalarda assist yöntemlerle yeterli alveolar ventilasyon sağlanamayabilir. Asidoza bağlı kalp fonksiyonlarında bozulma, kardiyak disritmiler, hiperkarbiye bağlı olarak da intrakraniyal basınçta artış meydana gelir.

Hipoverilasyon: Hipoverilasyona maruz kalan hastalarda respiratuvar alkaloz meydana gelir. Ciddi hipokarbi tetaniye yol açabilir ve aynı zamanda serebral perfüzyonu azaltarak serebral hipoksiyi artırıcı etki gösterir.

Oto-PEEP: Ciddi KOAH, status astmatikus ve benzer problemleri olanlarda ekspiryum yeterince uzun tutulmazsa hava tamamen boşalmaz ve alveol içinde hava hapsi meydana gelir. Oto-PEEP olarak adlandırılan hava hapsi venöz dönüşte ve kalp debisinde azalmaya neden olarak barotravmaya yol açar^{37,38}.

4.13.6 Mekanik Ventilasyon Sırasında Oksijen Tedavisinin Yan Etkileri

Oksijenin indüklediği bradipne: KOAH ve kronik CO₂ birikimi olan hastalarda hipoksiyi önlemek için verilen yüksek oksijen düzeyleri solunum uyarısını baskılayarak bradipneye neden olabilir.

Absorbsiyon atelektazisi: Yüksek oksijen konsantrasyonu alveollerdeki nitrojenin yerine oksijenin geçmesine neden olur. Alveol stabilizasyonunda rol alan nitrojenin uzaklaştırılması atelektazi gelişmesine neden olabilir.

Oksijen toksisitesi: Uzun süre yüksek konsantrasyonda oksijen kullanımı ve yüksek basınçlı ventilasyon pulmoner doku ve gözde büyük hasar yaratabilir. Yetmiş iki saatten uzun süre yüksek oksijene maruz kalan hastalarda ARDS'ye benzer bir tablo gelişebilmektedir³⁹.

4.13.7 Mekanik Ventilasyon ve Enfeksiyonlar

Entübe edilip mekanik ventilatöre bağlanan hastalar nazokomiyal enfeksiyonlar ve pnömoni için büyük risk taşır. ÇYBÜ’de invazif kateterizasyon ve monitör kullanımı da bu riski artırmaktadır. Ventilatörle ilişkili pnömoni (VİP), entübasyon süresi ile ilişkili olup, entübasyon süresi uzadıkça VİP görülme sıklığı da artmaktadır. Uzun süre hastanede kalma, küçük yaş(<2), prematürite, antibiyotik kullanımı, H₂ bloker kullanımı, majör cerrahi, kronik hastalıkların varlığı, uzun süre hareketsiz kalma gibi predispozan faktörler de enfeksiyona yatkınlığı indüklemektedir^{40,41}.

Tablo 14. Nazokomiyal enfeksiyon için risk taşıyan invazif girişimler

Nazotrakeal veya endotrakeal entübasyon	İnvazif arteriyel monitörizasyon
Endotrakeal aspirasyonlar	Pulmoner arter kateterizasyonu
İntravenöz girişimler	İntrakraniyal basınç monitörizasyonu
Santral venöz kateterler	İdrar yolu kateterizasyonu

4.13.8 Mekanik Ventilasyon Sırasında Barotravma

PBV ve PEEP uygulanan hastalarda %15’e varan oranda barotravma insidansı bildirilmiştir. Tidal hacmin yüksek olmasından dolayı alveollerin yüksek hacimle dolup gerilmeleri hacim travmasına neden olur. Pozitif basınçlı ventilasyonda barotravmanın nedeni sadece havayolu basıncının artması değildir. Barotravma akciğer dokusunun rüptürü, pnömotoraks, subkutanöz amfizem, pnömomediasten, pnömoperitoneum, bronkoplevral fistül ve hücresel hasarlanma gibi komplikasyonlara yol açar. Barotravma riskini artıran predispozan faktörler Tablo 15’te gösterilmiştir^{42,43}.

Tablo 15. Barotravma riskini artıran predipozan faktörler

Düşük end-ekspiratuvar basınçla beraber olan yüksek PIP
Amfizematöz akciğer hastalığı olanlar
Yüksek tidal hacimle beraber yüksek PEEP kullanımı
Gastrik asit aspirasyonu
Nekrotizan pnömoni
ARDS

4.13.9 Mekanik Ventilasyon Sırasında Yapay Havayoluna Ait Komplikasyonlar

Uygun endotrakeal tüplerin kullanılması, entübasyon ve trakeostominin tecrübeli kişiler tarafından gerçekleştirilmesi yapay havayollarına ait komplikasyonları azaltır. Orofaringeal ve nazofaringeal hasarlanma, yumuşak doku ülserasyonları, nekrotizan trakeobronşit, trakeal stenoz, trakeomalazi, trakeoözefajial fistül, trakeo-innominate arter fistülü, atelektazi yapay havayoluna ait komplikasyonlardan başlıcalarıdır.

4.14 Mekanik Ventilatörden Ayırma

Mekanik ventilasyon uygulamalarının önemli ve kritik bir evresi hastanın mekanik ventilatörden ayrıldığı bölümdür. Mekanik ventilasyonun gereksiz uzaması hasta, hasta ailesi ve yoğun bakım (YB) ekibi için zor bir süreç olup finansman sağlayan kişi veya kurumlar için büyük bir maddi yüküdür. Destek tedavisinin uzaması ile oluşabilecek komplikasyonların ciddiyeti ve çeşitliliği nedeniyle ventilasyonun mümkün olan en erken zamanda sonlandırılması gerekir. Ancak başarısızlıkla sonuçlanmış bir ekstübasyon da, uzamış entübasyonda olduğu gibi nazokomiyal pnömoni sıklığında artış, YB süresinin uzaması, artmış morbitide ve mortalite risklerini taşır. Hastaların tekrar entübe edilmesi, yoğun bakımda geçen süreyi, toplam hastane süresini, yoğun bakım ölümlerini ve hastane maliyetlerini anlamlı olarak artırmaktadır.

Bu nedenlerle, hastanın kliniği ve yardımcı parametreler dikkatle izlenip, mümkün olan en kısa ve uygun zamanda, verilen mekanik destek azaltılarak, ekstübasyon denenmelidir. Hem erken ekstübasyondan, hem de gereksiz uzamış MV'dan kaçınmak gerekir. Gereksiz yere ventilatörde geçen her gün, mortaliteyi %8 artırdığı, tekrar entübasyonun ise nazokomiyal pnömoniyi 8 kat, mortaliteyi ise 5-12 kat arttırdığı bildirilmiştir^{35,44}.

Ayırma (Weaning), mekanik ventilatör desteğinin azaltılması (kademeli olarak ventilatörden ayırma) ile hastanın ventilatörden ayrılması işlemidir.

Ekstübasyon endotrakeal tüpün çıkarılması ve hastanın mekanik ventilasyondan ayrılmasıdır. Ekstübasyonun uygun zamanı, genellikle hastanın spontan solunumunun yeterli olduğu zamandır. Kademeli olarak mekanik ventilasyon desteğinin azaltılması başarılı olduğu halde ekstübasyon başarısız olabilir.

MV süresinin uzamasının önemli bir nedeni de gerektiğinden fazla sedasyon kullanılmasıdır. Hastanın yeterli sedatize edilmesinin pek çok avantajı varken, aşırı sedasyon da istenilen bir durum değildir. Aşırı sedasyondan kaçınmanın ve gerektiği zaman sürekli sedasyon yerine aralıklı sedasyon uygulamasının hastanın erken ekstübasyonuna yardımcı olduğu bildirilmiştir⁴⁵.

MV'den ayırma konusunda iki basamak vardır⁴⁶⁻⁴⁸:

1. basamak: Hastanın MV desteğinin azaltılmasına ve/veya sonlandırılmasına hazır olup olmadığının değerlendirilmesi.
SST (Spontan solunum testi) hastanın ventilatörden ayrılabilirliğini test etmek için kullanılabilir.
2. basamak: Hastanın ekstübasyona hazır olup olmadığına karar verilmesi
Spontan solunum testini tolere edebilen tüm hastalarda ekstübasyon denenmelidir.

4.14.1 Mekanik Ventilasyon'dan Ayırma

Aşağıdaki koşulların gerçekleşmesi halinde MV desteğinin azaltılması ve/veya sonlandırılması düşünülmelidir^{47,48}:

- a) Mekanik ventilasyon gerektiren sebebin ortadan kalkması veya düzelme göstermesi
- b) İnfeksiyonun kontrol altında olması
- c) Nöromusküler blokajın sonlandırılması
- d) Efektif solunum çabası belirtileri
- e) $FiO_2 \leq 0,6$, $PEEP \leq 7$ mmHg
- f) Yaş ve hastalık süreci ile uyumlu vital bulgular
- g) Minimum inotropik ajan gereksinimi (dopamin ve/veya dobutamin ≤ 5 mcg/kg/dk)
- h) İleri metabolik dengesizliğin olmaması (aşırı kompensatuvar hipokloremik metabolik alkaloz, hipokalemi, hipokalsemi, hipomagnezemi)
- i) Çocuk yoğun bakım uzmanı tarafından sıvı beslenme dengesinin uygun bulunması
- j) Bilinç düzeyi ve kas gücünün yeterli olması
- k) Benzodiazepin ve opiat yoksunluğu semptomlarının olmaması

4.14.2 Spontan Solunum Testi

Amaç MV'den ayırma kriterlerine uyan hastanın minimal ventilatör desteği ile (T-tüp tekniği ile ya da minimal basınç desteği) 2 saat solutulmasıdır. Uzun süre entübe kalmış hastalarda kademeli olarak desteğin azaltılması ile birlikte günlük SST'lerinin ekstübasyon hazırlığı aşamasında kullanılması, çalışmalarda MV süresini anlamlı olarak azaltmıştır. SST hem hastanın ventilatörden ayrılabilirliğini test etmek için kullanılır, hem de uzamış MV uygulamasında gittikçe uzayan sürelerle uygulanarak ayırma yöntemi olarak kullanılabilir.

Kademeli olarak ventilatörden ayırma ve/veya SST'i testi başladıktan sonra ortaya çıkan takipne, dispne, terleme, taşikardi, hipotansiyon, ajitasyon veya bilinç bulanıklığı, satürasyon düşmesi, kan gazında solunumsal asidoz veya hiperkapni gelişmesi denemenin başarısız olduğunu hastanın MV'den ayrılamayacağını gösterir. Hastanın SST'nin başarılı olması ekstübasyonun başarılı olacağı anlamına gelmemektedir^{48,49}.

4.14.3 Kademeli Olarak Ventilatörden Ayırma

Genellikle 48 saatten kısa süreli MV uygulanan hastalarda kademeli olarak ventilatörden ayırma işlemi gerekmez doğrudan ekstübasyon denenebilir. 48 saatten uzun süreli MV gerektiren hastalarda günlük spontan soluma testleri (SST) ya da kademeli olarak MV desteği azaltılarak ayırma denenebilir⁴⁸.

4.14.3.a Kademeli Olarak Ventilatörden Ayırma Yöntemleri

Spesifik olarak hangi yöntemin daha başarılı ventilatörden ayırma ve ekstübasyon sağlayacağı konusunda pediatrik literatürde güçlü bir kanıt yoktur. Hangi yöntemin seçileceği daha çok hekimin tercihi ve tecrübesine bağlıdır. Klasik olarak kademeli ayırmada veya ayırma aşamasında aşağıdaki metotlardan biri veya kombinasyonları kullanılmaktadır⁴⁸.

- Basınç kontrollü aralıklı senkronize zorunlu ventilasyon (SIMV-basınç sınırlı)
- Basınç kontrollü aralıklı senkronize zorunlu ventilasyon ve basınç destekli ventilasyon (Basınç kontrollü SIMV+PSV)
- Basınç destekli ventilasyon (PSV)

4.14.3.b Kademeli Olarak Ventilatörden Ayırma Uygulaması

Kademeli olarak ventilatörden ayırma sırasında ventilatör parametreleri belli aralıklarla azaltılarak minimum desteğe inilir ve ekstübasyon denenir. Bu süreçte hastanın durumu ve patofizyolojisi en belirleyici kriterlerdir.

Genellikle önce FiO₂ azaltılır. Frekans 4-8 saatte bir 2-5/dak azaltılır. Eğer bu sırada tepe inspiratuvar basınç 25-30 cmH₂O'dan yüksekse önce tepe inspiratuvar basıncın 3-4 saat arayla 2-3 cm azaltılmasına çalışılır. Bu uygulamalar yapılırken kan gazında pH 7.30'un üzerinde olmak koşulu ile PaCO₂'nin 55-60'a kadar çıkmasına izin verilebilir. PEEP etkisi geç çıkacağı ve akciğerler kollabe olursa açılması zor olacağı için 6-12 saatte bir 1-2 H₂O azaltılır. Basınç desteği ise 2-4 saatte bir 2-4 cm kadar azaltılıp 6-8 cm ye gelince ekstübasyon denenebilir. Bu sırada hastanın saturasyonlarında 10-15 dakikadan uzun olmamak koşulu ile 88-90'lara kadar düşüşe izin verilebilir. Tidal hacimin istenen düzeyde olması bu değişiklikler sırasında gözetilir.

Santral uyaran eksikliği, bilinç değişikliği, solunum işinde artış, solunum kaslarında güçsüzlük, metabolik bozukluklar ve hemodinamik bozukluklar kademeli olarak ventilatörden ayırmayı güçleştiren nedenlerdir⁴⁸.

4.15 Ekstübasyonun Değerlendirilmesi

Ekstübasyon öncesinde weaning işlemi bitmiş, sedasyon kesilmiş ya da çok azaltılmış, mide boşaltılmış ve kısa bir süre önce çekilen akciğer filminde atelektazi ya da pnömotoraks gibi sorunların olmadığı belirlenmiş olmalıdır. Ekstübasyon sonrası gelişebilecek laringeal ödem için gerekiyorsa profilaktik deksametazon yapılmalı, adrenalin inhalasyonu için maske hazırlanmalı ve olası erken reentübasyon için hazırlıklar yapılmış olmalıdır. Ekstübasyonun başarısız olması halinde bir sonraki ekstübasyon en erken 24-48 saat sonra denenmelidir.

Ekstübasyonu tolere edemeyen ve uzun süre yoğun bakım izlemi gerektiren hastalar için trakeostomi olasılığı tartışmalıdır. Pediatrik literatürde trakeostomi zamanlaması konusunda belirgin bir fikir birliği bulunmamaktadır⁴⁸.

4.15.1 Weaning ve Ekstübasyon Başarısızlığı

Çocuk hastalarda ekstübasyona yönelik bilgiler yaşa spesifik hastalıklar, anatomik ve maturasyonel özelliklerinden dolayı erişkinlerden farklıdır. Ayrıca çocukların kognitif, davranışsal farklılıkları ve kooperasyon kuramamaları nedeni ile sedasyon gereksinimleri de erişkinlerden farklı olmaktadır. Erişkinlerde yapılan çalışmalarda başarısız sonuçlanan ekstübasyon sıklığı %1,8 ile %18,6 arası bildirilirken, çocuk hastalarda ekstübasyon başarısızlık sıklığı %2,7 ile 22 arasında saptanmıştır.

Ekstübasyon başarısını yüksek bir güvenilirlikle belirleyecek bir yöntem olmamakla birlikte bu konuda pek çok çalışma yürütülmektedir. Entübasyon süresi 48 saatten uzun olanlarda ekstübasyon başarısızlık oranı anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Genel olarak küçük bebeklerde ve uzamış mekanik ventilasyon uygulamalarında ekstübasyon başarısızlığı oranı daha fazla bildirilmiştir.

Farklı çalışmalarda cins, kilo, ırk, PRISM skoru, entübasyon öncesi oksijen alma, entübasyon yapan kişi, endotrakeal tüp türü (kaflı veya kafsız olması), entübasyon şekli (oral veya nasal), medikal veya cerrahi hastası olma, travma, kalp ve onkoloji hastalıkları gibi farklılıkların ekstübasyonu etkilemediği saptanmıştır. En sık ekstübasyon başarısızlığı nedenlerinin ise üst solunum yolu tıkanıklığı, pulmoner yetersizlik, hemodinamik bozukluk, nörolojik faktörler ve aşırı sedasyon olduğu bildirilmiştir^{48,49-52}.

4.16 Noninvazif Mekanik Ventilasyon (NİMV)

Noninvazif ventilasyon, alveoler ventilasyonun endotrakeal tüp ya da trakeostomi gibi invazif yöntemler kullanılmadan gerçekleştirilmesidir. NİMV 1950'li yıllardaki poliomyelit epidemileri sırasında ortaya çıkan akut solunum yetmezliği tedavilerinde kullanılmıştır^{2,52,53}.

1960'lı yıllara gelindiğinde daha iyi havayolu koruması sağladığı için invaziv (endotrakeal tüp ile) pozitif basınçlı ventilasyon negatif basınçlı ventilasyonun önüne geçmiştir. Son 10 yılda ise büyük ölçüde nazal ventilasyonun gelişmesi ile NİMV'nin kullanımı yeniden artmaya başlamıştır⁵³. Bu tedavi yöntemi, entübasyon aracılığı ile yapılan invaziv mekanik ventilasyonun istenmeyen, önüne geçilemeyen dezavantajları nedeni ile gündeme gelmiştir. Özellikle erişkinlerde kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve obstrüktif uyku apne sendromunun tedavisinde yaygın olarak kullanılmakta olan bu yöntem, son yıllarda pediatrik hastalarda da akut ve kronik solunum yetersizliğinin tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır⁵⁴.

4.16.1 Noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon (NİPPV)

Noninvazif ventilasyon, nazal ve/veya oronasal maskeler aracılığıyla ventilasyonun sağlanmasıdır. Noninvazif ventilasyon ilk olarak 1980'li yılların sonunda nokturnal hipoventilasyonlu hastalarda kullanılmaya başlanmıştır. Ardından akut ve kronik solunum yetmezliği bulunan çocuk hastalarda kullanılmaya başlanmış ve popülaritesi giderek artmıştır. Hava yollarına pozitif basınç uygulanarak, transpulmoner basıncı arttırmak suretiyle akciğerlerin havalanmasını sağlamaktadır.

NİPPV için uygun olan çoğu bilevel basınç hedefli ventilatörler CPAP, spontan, zaman ayarlı, spontan/zaman ayarlı modlar içerirler. Nazal ventilasyon hacim ya da basınç kontrollü ventilatörler yolu ile de verilebilmekle birlikte günümüzde BİPAP (bilevel pozitif havayolu basıncı) en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. BİPAP inspiratuvar pozitif havayolu basıncı ve ekspiratuvar pozitif havayolu basıncının kombinasyonu olarak çalışır. İspiratuvar havayolu basıncı inspirasyona yardımcı olur, tidal hacmi ve dakika ventilasyonunu artırır. Ayrıca fonksiyonel rezidüel kapasiteyi artırarak ve solunum kaslarının kullanılmasını azaltarak solunum işini de kolaylaştırır^{55,56}.

Çocuklarda kronik solunum problemlerinde NİMV ile ilgili tecrübeler giderek artmakta iken; pediatrik hastalarda akut solunum yetmezliğinde NİMV kullanımı ile ilgili çok az veri mevcuttur.

5. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Pediatrik Yoğun Bakım Bilim Dalı tarafından Aralık 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Türkiye’de, pediatrik yoğun bakım hizmeti veren, çalışmaya katılmayı kabul eden 7 (yedi) merkeze daha önceden hazırlanmış anket formları (Ek-1; Anket ve Ek-2; Çalışma rehberi) elektronik posta ve posta aracılığıyla gönderildi.

Pediatrik Yoğun Bakım Ünitelerine 30 gün boyunca kabul edilen ve en az 12 saat süreyle mekanik ventilatör (invazif veya invazif olmayan) desteği verilen 1 ay ile 18 yaş arasındaki ardışık tüm hastalar için çalışma formu dolduruldu.

Çalışmaya alınan her bir hastadan bilgiler üç kategoride toplandı.

1. Demografik Bilgiler: Yaş, cinsiyet, ağırlık, yoğun bakıma yatış tarihi, mekanik ventilasyon desteğinin başlama tarihi, mekanik ventilasyon uygulama şekli (orotrakeal, nazotrakeal entübasyon, yüz maskesi veya trakeostomi), endotrakeal tüp türü (küflü ve/veya küfsüz) ve yoğun bakıma başvuru sırasındaki PIM-2(Paediatric Index of Mortality) skoru kaydedildi.

PIM-2 skorunun hesaplanması için gerekli sistolik kan basıncı, pupil cevabı, PaO₂, baz açığı, mekanik ventilasyon, cerrahi sonrasındaki durumu, yüksek ya da düşük riskli hastalığa sahip olma gibi değişkenler çalışma formunda maddeler halinde sorgulandı. Değişkenlerin var olup olmamasına göre belirli çarpanlar kullanılarak logaritmik bir hesap ile tahmini mortalite değeri bulundu.

2. Mekanik Ventilasyon Nedenleri: Yoğun bakımda izleme alınan hastaların yatış endikasyonları (akut tanı), yatış öncesindeki kronik hastalık tanıları, mekanik ventilasyon başlama nedenleri sorgulandı. Ayrıca mekanik ventilasyon desteği gerektiren cerrahi problem olup olmadığı belirtildi.

ARDS, Avrupa ve Amerika Yoğun Bakım Derneklerinin en son 1994 yılında belirlediği kriterlere göre tanımlandı (1.Radyolojik olarak yaygın bilateral infiltrasyon, 2. PaO₂/FiO₂ ≤ 200, 3.Sol atriyum basıncında artış olmaması).

Sepsis ve septik şok, 2002 yılında yapılan Uluslararası Çocukluk Çağı Sepsis Uzlaşması toplantısında belirlenen kriterlere göre tanımlandı. Kanıtlanmış/şüpheli enfeksiyon zemininde sistemik inflamatuvar yanıt sendromu kriterlerinden iki veya daha fazlasının varlığı (1.Ateş >38,5°C veya hipotermi <36°C 2.Taşikardi 3.Takipne 4.Lökositoz veya lökopeni) sepsis olarak değerlendirildi.

3. Ventilatör Bilgileri: Mekanik ventilasyon desteği alan hastalar en fazla 28 gün boyunca takip edildi. Günlük olarak 08:00 itibariyle alınan ilk kan gazı ölçümleri ile eş zamanlı uygulanan ventilatör mod ve parametreleri kaydedildi. Mekanik ventilasyon süreleri, mekanik ventilasyon desteğine bağlı olarak ortaya çıkan komplikasyonlar, mekanik ventilasyon sırasında uygulanan farmakolojik ajanlar (Vazoaktif, sedatif, analjezik ajanlar ve nöromuskuler blokerler), farmakolojik ajanların uygulama şekilleri, ayırma (weaning) yöntemleri, izlemde kullanılan mekanik ventilatörlerin marka ve modelleri sorgulandı. Ayrıca ekstübasyonun planlı gerçekleşip gerçekleşmediği, reentübasyon ihtiyacının (ekstübasyondan sonraki 48 saat içerisinde) olup olmadığı, eksitus tarihleri ve yoğun bakımdaki toplam izlem süreleri sorgulandı.

Mekanik ventilasyon süresi, mekanik ventilasyon desteğinin başlaması ile ekstübasyon arasındaki zaman olarak tanımlandı.

Ayırma süresi ise ayırma başlangıcı ile ekstübasyon arasındaki zaman olarak kabul edildi.

Anketin demografik bilgiler ve mekanik ventilasyon nedenlerine yönelik kısmı ventilasyon başlangıcında dolduruldu. Ventilatör bilgileri ise günlük ve YBÜ'den çıkışta (veya eks sonrası veya 28.gün) olmak üzere iki aşamada cevaplandırıldı.

Anketler için bir hafta ara ile elektronik posta aracılığıyla hatırlatma yapıldı. İkinci ay sonunda ise yanıtlanmış olan anket formları değerlendirildi.

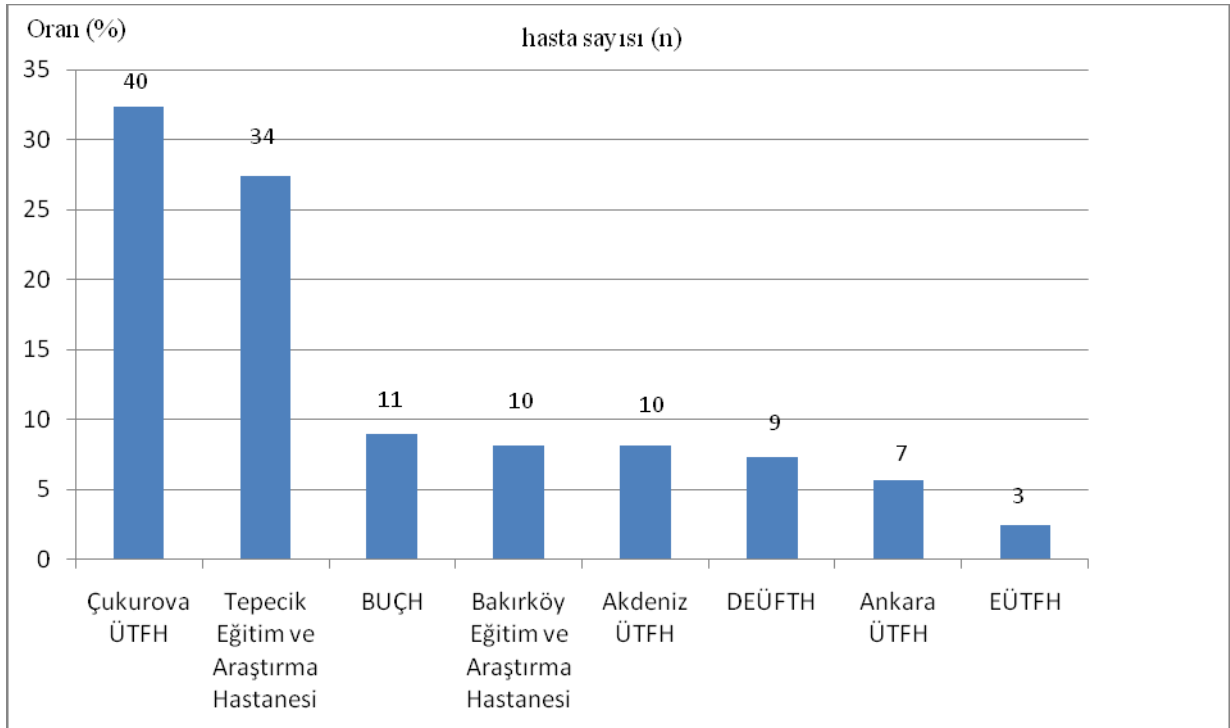
5.1 İstatistik

Toplanan verilerin analizi Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Software for Windows, sürüm 15.0 ile gerçekleştirildi. Veriler ortalama ve standart sapma olarak verildi. Katagorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare testi, beklenen değerlerden birinin beşin altında durumunda Fisher'in kesin testi kullanıldı. Sürekli değişken ortalamalarının karşılaştırılmasında, dağılımın normal olduğu gruplarda Student's t-test, gruplarda olgu sayısının 30'dan az olması durumunda ya da dağılımın normal olmadığı grup ortalamalarının karşılaştırılmasında T testinin non parametrik karşılığı olan Mann-Whitney U testi kullanıldı. İki'den fazla gruplarda sürekli değişken ortalamalarının karşılaştırılması için ise Kruskal-Wallis testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ kabul edildi. Skorların kalibre edilmesi için, beklenen ve gözlenen ölüm oranları arasındaki uyumluluk Hosmer-Lemeshow uyum iyiliği testi (goodness of fit) 5 ayrı risk kategorisinde değerlendirildi. Beklenen ve gözlenen ölüm oranları kullanılarak standardize mortalite hızları PAMCOMP programı ile hesaplandı.

6. BULGULAR

Pediyatrik yoğun bakım hizmeti veren merkezlere 2 ay boyunca kabul edilen ve en az 12 saat süreyle mekanik ventilatör desteği verilen toplam 124 hasta çalışmaya alındı. Olguların 40'ı (%32,3) Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden, 34'ü (%27,4) Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden, 11'i (%8,9) Dr. Behçet Uz Çocuk Hastanesi'nden, 10'u (%8,1) Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden, 10'u (%8,1) Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nden, 9'u (%7,3) Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nden, 7'si (%5,6) Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nden ve 3'ü (%2,4) ise Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nden çalışmaya dahil edildi. (Grafik1). Anket bilgilerinin eksik olması ve çalışma kriterlerine uymaması nedeniyle 6 hasta çalışmadan çıkarıldı.

Grafik 1. Hastaneler arası olgu dağılımı



ÜTFH, Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi; BUÇH, Behçet Uz Çocuk Hastanesi; DEÜTFH, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi; ; EÜTFH, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi

Yaşları 1ay ile 17 yaş (ortalama $3,89 \pm 4,71$) olan 74'ü (% 59,7) erkek, 50'si (%40,3) kız hasta çalışmaya alındı. Hasta ağırlıklarının 2,8-76 kg (ortalama $15,5 \pm 14,2$) arasında değiştiği belirlendi. Çalışmaya alınan kız hastaların 13'ünün (%26), erkek hastaların 22'sinin (%29,7) eks olduğu belirlendi. Kız ve erkekler arasında mortalite oranları açısından anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Olguların 48'inin (%38,7) daha önceki işlevsel durumlarının normal olduğu belirlendi. Hastaların 94'ünde (%75,8) dahili, 22'sinde (%17,7) cerrahi, 8'inde (%6,5)

hem cerrahi hem de dahili sorunların mevcut olduğu saptandı. PYBÜ' da mekanik ventilasyon desteği alan hastaların özellikleri Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Mekanik ventilasyon desteği alan hastaların özellikleri

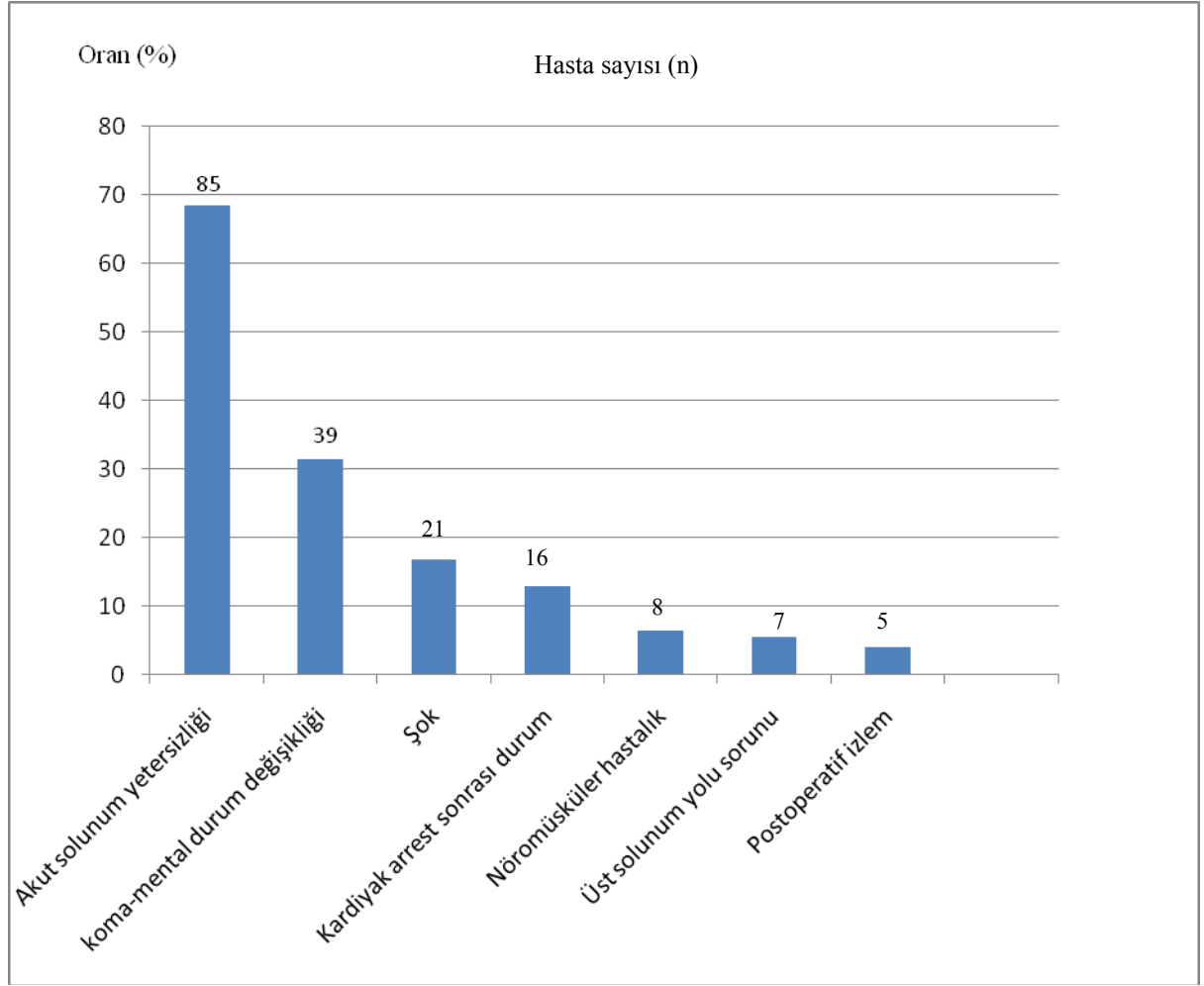
Hastaların Özellikleri	n (%)	(ortalama±SD)
Cinsiyet		
Kız	50 (%40,3)	
Erkek	74 (%59,7)	
Yaş (yıl)		0,08-16,9 (3,89±4,71)
Ağırlık (kg)		2,8-76 (15,5±14,2)
Önceki işlevsel durum		
Normal	48 (%38,7)	
Anormal	76 (%61,3)	
Ana sorun		
Cerrahi	22 (%17,7)	
Dahili	94 (%75,8)	
Cerrahi ve dahili	8 (%6,5)	

SD, Standart deviasyon

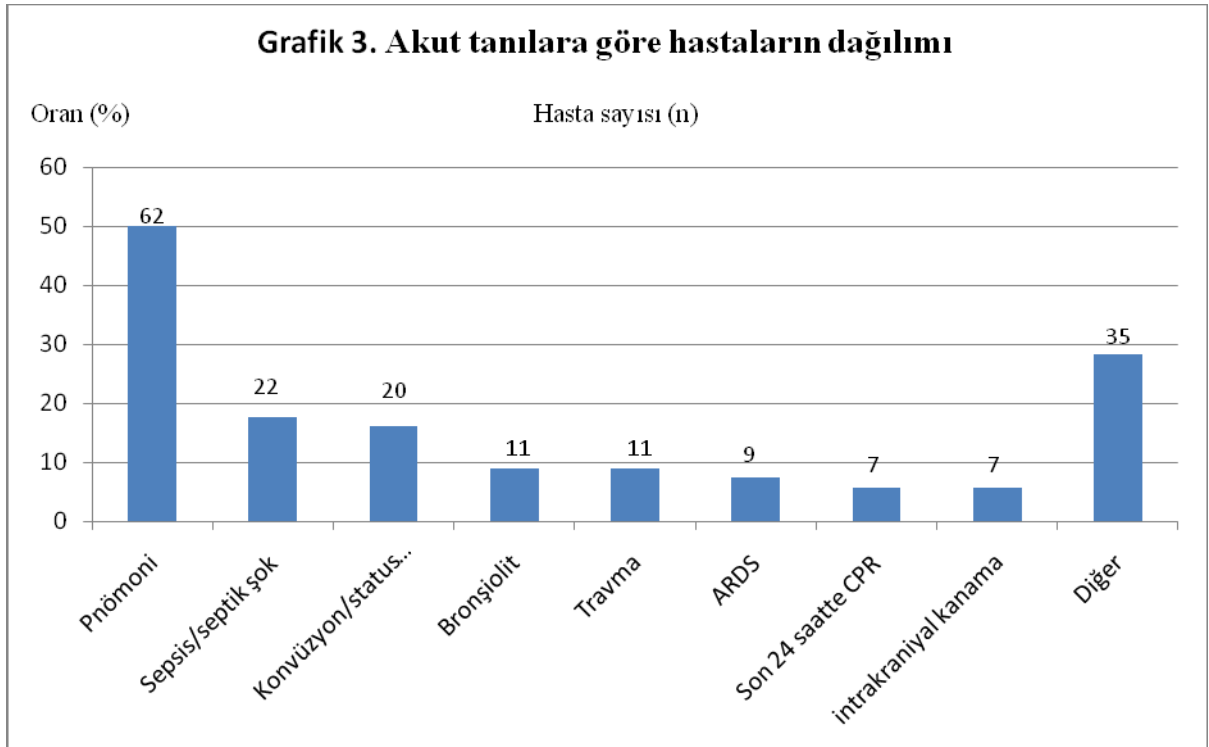
Hastaların 85'ine (%68,5) akut solunum yetersizliği nedeni ile mekanik ventilasyon başlandığı saptandı. 39 hastaya (%31,5) koma-mental durum değişikliği, 21 hastaya (%16,9) şok, 16 hastaya (%12,9) kardiyak arrest, 8 hastaya (%6,5) nöromusküler hastalık, 7 hastaya (%5,6) üst solunum yolu obstrüksiyonu, 5 hastaya (%4) postoperatif havayolu güvenliği nedeniyle mekanik ventilasyon desteği verildiği öğrenildi. 38 hastaya(%30,6) birden fazla nedenle mekanik ventilasyon desteği başlandığı saptandı. Mekanik ventilasyon başlama nedenlerine göre hastaların dağılımı Grafik 2'de gösterilmiştir.

Olguların 62'sinin (%50) pnömoni, 22'sinin (%17,7) sepsis/septik şok, 20'sinin (%16,1) konvülsiyon/status epileptikus, 11'inin (%8,9) bronşiolit, 11'inin (%8,9) travma, 7'sinin (%5,6) son 24 saat içerisinde uygulanmış kardiyopulmoner resusitasyon, 7'sinin (%5,6) intrakraniyal kanama, 9'unun (%7,3) ARDS, 35'inin (%28,2) ise zehirlenme, epiglottit, menenjit, meningokoksesemi, ensefalopati, diyabetik ketoasidoz gibi tanılarla izlendiği saptandı. 4 olguda pnömoni, 3 olguda sepsisi takiben ARDS geliştiği öğrenildi. Pnömoni (%50) en sık yatış nedeni olarak belirlendi. Akut tanılara göre hastaların dağılımı Grafik 3' de gösterilmiştir.

Grafik 2. Mekanik ventilasyon başlama nedenlerine göre hastaların dağılımı



Grafik 3. Akut tanılarına göre hastaların dağılımı



ARDS, akut respiratuvar distres sendromu; CPR, kardiyopulmoner resüsitasyon

Tablo 17. Hastaların önceki işlevsel durumlarına göre akut tanılarının karşılaştırılması

Akut Tanı	ÖNCEKİ İŞLEVSEL DURUM		Toplam n (%)	P
	Normal n (%)	Anormal n (%)		
Pnömoni	13 (% 21)	49 (% 79)	62(% 100)	<0.05
Bronşiolit	5 (% 45,5)	6 (% 54,5)	11 (% 100)	>0,05
Sepsis/septik şok	7 (% 31,9)	15 (% 68,1)	22 (% 100)	>0,05
Konvülsiyon/ status epileptikus	11 (% 55)	9 (% 45)	20 (% 100)	>0,05
Son 24 saatte CPR	3 (% 42,9)	4 (% 57,1)	7 (% 100)	>0,05
İntrakranial kanama	4 (% 57,1)	3 (% 42,9)	7 (% 100)	> 0,05
ARDS	0 (% 0)	9 (% 100)	9 (% 100)	<0.05

ARDS, akut respiratuvar distres sendromu; CPR, kardiyopulmoner resüsitasyon

Tablo 18. Hastaların akut tanılarına göre mortalite oranları

Akut Tanı	Sağ Kalım n(%)	Mortalite	Toplam n (%)
Pnömoni	46 (% 74,2)	16 (% 25,8)	62 (% 100)
Bronşiolit	10 (% 90,9)	1 (% 8,9)	11 (% 100)
Sepsis/septik şok	14 (% 63,6)	8 (% 36,4)	22 (% 100)
Konvülsiyon/ status epileptikus	15 (% 75)	5 (% 25)	20 (% 100)
Son 24 saatte CPR	5 (% 71,4)	2 (% 28,6)	7 (% 100)
İntrakranial kanama	2 (% 28,6)	5 (% 71,4)	7 (% 100)
ARDS	6 (% 66,6)	3 (% 34,4)	9 (% 100)
Travma	6 (% 54,5)	5 (% 45,5)	11 (% 100)

ARDS, akut respiratuvar distres sendromu; CPR, kardiyopulmoner resüsitasyon

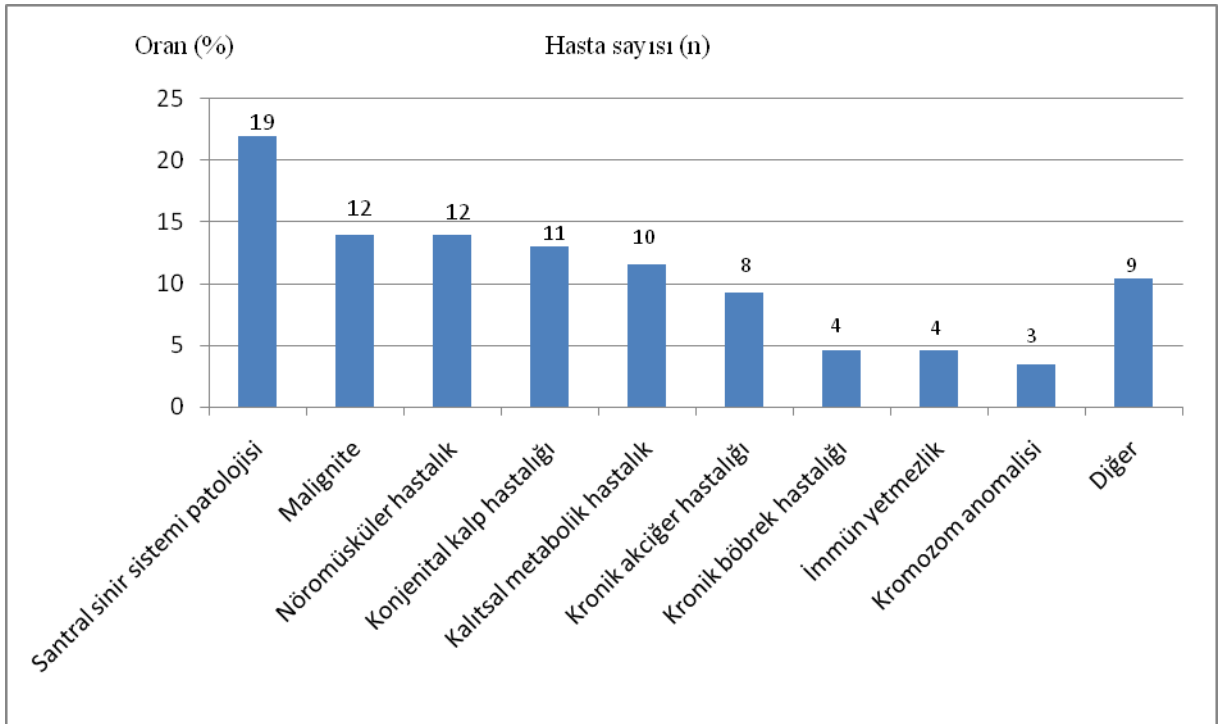
Pnömoni tanısıyla izlenen hastaların 49'unda (%79), sepsis/septik şok tanısıyla izlenen hastaların 15'inde (%68,1), CPR uygulanan hastaların 4'ünde (%57,1), bronşiolitli hastaların 6'sında (%54,5), konvülsiyon/status epileptikuslu hastaların 9'unda (%45), ARDS'li olguların hepsinde (%100) altta yatan kronik hastalık olduğu saptandı. Pnömonili ve ARDS'li hastalarda işlevsel durumu bozan kronik hastalık oranı anlamlı olarak yüksek tespit edildi (p<0,05). Hastaların akut tanılarına göre önceki işlevsel durumlarının karşılaştırılması Tablo 17'de gösterilmiştir.

İntrakranial kanama tanısıyla takip edilen hastaların 5'inin (%71,4), travma nedeniyle izlenen hastaların 5'inin (%45,5), sepsis/septik şok tanısıyla izlenen hastaların 8'inin (%36,4), son 24 saat içinde CPR uygulanan hastaların 2'sinin (%28,6), pnömonili hastaların 16'sının (%25,8), konvülsiyon/status epileptikuslu hastaların 5'inin (%25), ARDS'li olguların 3'ünün

(%34,4), bronşiolitli olguların 1'inin (%8,9) izlemde öldüğü belirlendi. Hastaların akut tanılarına göre mortalite oranları Tablo 18 'de gösterilmiştir.

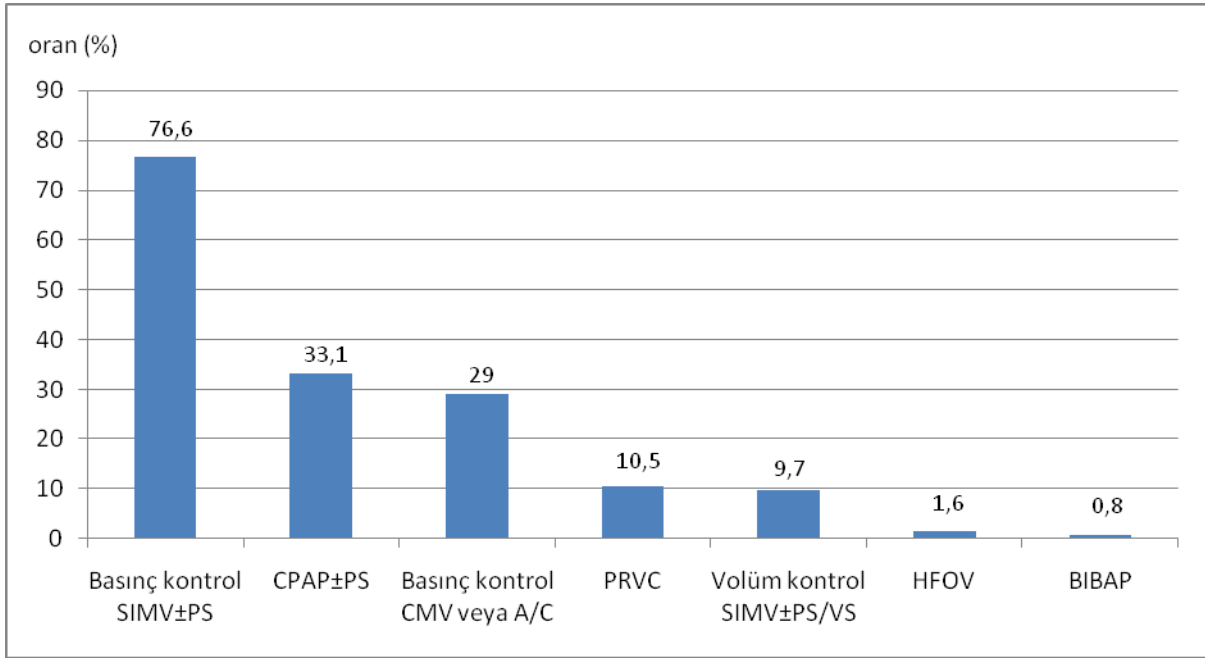
Mekanik ventilatör desteği alan hastaların 86'sında (%69,3) altta yatan kronik hastalık bulunduğu öğrenildi. Bu hastaların 6'sında (%6,9) ise birden fazla kronik hastalık saptandı. Santral sinir sistemi patolojisi (Hidrocefali, yapısal patoloji, serebral palsi gibi) 19 hasta (%22) ile en sık saptanan kronik hastalıktı. 12 hastada (%14) nöromusküler hastalık, 12 hastada (%14) malignite, 11 hastada (%13) konjenital kalp hastalığı, 10 hastada (%11,6) kalıtsal metabolik hastalık, 8 hastada (%9,3) kronik akciğer hastalığı, 4 hastada (% 4,6) kronik böbrek hastalığı, 4 hastada (%4,6) immün yetmezlik, 3 hastada (%3,4) kromozom anomalisi ve 9 (%10,4) hastada da talasemi, osteogenesis imperfekta, diyafragma evantrasyonu, kortikal hipereksibilite gibi kronik hastalıkların mevcut olduğu saptandı. Mekanik ventilatör desteği alan hastalarda kronik hastalıkların dağılımı Grafik 4'te gösterilmiştir.

Grafik 4. Mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda kronik hastalıkların dağılımı



Olguların 95'inde (%76,6) basınç kontrollü SIMV±PS, 41'inde (%33,1) CPAP±PS, 36'sında (%29) basınç kontrollü CMV veya A/C, 13'ünde (%10,5) PRVC, 12'sinde (%8,7) volüm kontrollü SIMV±PS/Vs, 2'sinde (%1,6) HFOV, 1'inde (%0,8) BİBAP kullanıldığı belirlendi. Olguların 60'ında (%48,4) birden fazla mekanik ventilasyon modu kullanıldığı, hastaların hiçbirinde volüm kontrollü CMV modu kullanılmadığı saptandı. Çalışma boyunca kullanılan mekanik ventilasyon mod dağılımı Grafik 5'te gösterilmiştir.

Grafik 5. Çalışma boyunca kullanılan mekanik ventilasyon mod dağılımı



SIMV, Senkronize aralıklı zorunlu solunum; PS, Basınç destek ventilasyon; CPAP, Sürekli pozitif havayolu basıncı; CMV, Kontrollü zorunlu ventilasyon; A/C, Yardımlı/kontrollü solunum yöntemi; VS, Volüm destek; PRVC, Basınç düzenlemeli hacim kontrol; HFOV, Yüksek frekanslı osilatuar ventilasyon; BİBAP, İki düzeyli pozitif havayolu basıncı

Hastalarımızın 81'ine (%65,3) basınç kontrollü SIMV, 23'üne (%18,5) basınç kontrollü CMV veya A/C, 10'una (%8,1) PRVC, 8'ine (%6,5) volüm kontrollü SIMV, 1'ine (%0,8) CPAP±PS, 1'ine (%0,8) ASV modu ile mekanik ventilasyon başlandı.

Orotrakeal entübasyonun 110 hastaya (%88,7) , nazotrakeal entübasyonun 6 hastaya (%4,8) uygulandığı ve 6 hastaya (%4,8) trakeostomiden mekanik ventilasyon desteği verildiği saptandı. Hastaların 3'ünde yatış esnasında trakeostomi mevcut olduğu ve 1 hastaya yoğun bakım izleminin başında acil olarak, 2 hastaya da izlem sırasında (ortalama 16,5±3,53 gün) trakeotomi uygulandığı belirlendi. Yüz maskesinin ise sadece 2 hastada (%1,6) kullanıldığı saptandı (Tablo 19).

Olguların entübasyon süresinin 1- 28 gün (ortalama 7,79±6,51), ayırma süresinin 0,5-7 gün (ortalama 1,59±1,22), yoğun bakımda kalış süresinin 1-33 gün (ortalama 10,05±7,7) olduğu saptandı. Sağ kalan hastaların entübasyon süresinin ortalama 8,21±7,09 gün, ölen hastaların entübasyon süresinin ortalama 6,71±4,66 gün olduğu belirlendi. Sağ kalan hastaların yoğun bakımda kalma süresinin ortalama 11,34±8,23 gün, ölen hastaların yoğun bakımda kalma süresinin ortalama 6,77±4,85 gün olduğu saptandı (Tablo 19). Sağ kalan ve ölen hastalar karşılaştırıldığında yoğun bakımda kalma süreleri arasında anlamlı fark saptandı ($p<0,05$).

Tablo 19. Mekanik ventilasyon desteği alan hastaların özellikleri

Hastaların Özellikleri	n(%)	Hastaların özellikleri	(ortalama±SD)
Entübasyon şekli		Entübasyon süresi (gün)	1-28 (7,79±6,51)
Orotrakeal	110 (% 88,8)	Yaşayan hastalar	1-28 (8,21± 7,09)
Nazotrakeal	6 (% 4,8)	Eksitus olan hastalar	1-23 (6,71±4,66)
Trakeostomi	6 (% 4,8)	Yoğun bakımda kalma süresi (gün)	1-33 (10,05±7,70)
Yüz maskesi	2 (% 1,6)	Yaşayan hastalar	2-33 (11,34±8,23)
ETT		Eksitus olan hastalar	1-23 (6,77±4,85)
Küflü	72 (% 61)	Ayırma süresi (gün)	0,5-7 (1,59±1,22)
Küfsüz	46 (% 39)		
Plansız ekstübasyon	15 (% 12,1)		
*Planlı ekstübasyon sonrası reentübasyon	11 (% 13,4)		
Hasta akibeti			
Taburcu	81 (% 65,3)		
Kronik entübe/trakeostomi	8 (% 6,5)		
Eksitus	35 (% 28,2)		

ETT, endotrakeal tüp; SD, standart deviasyon

* Planlı ekstübasyon uygulanan 82 hasta arasında değerlendirilmiştir

İzlemde hastaların 15'inde (%12,1) plansız ekstübasyon meydana geldiği belirlendi. Plansız ekstübasyon meydana gelen 15 hastanın 14'ünün (%93,3) sağ kaldığı, 1'inin de eks olduğu saptandı. Planlı olarak ekstübe edilen 82 hastanın 11'inde (%13,4) reentübasyon ihtiyacı olduğu belirlendi. Reentübasyon ihtiyacı olan hastaların hiçbirinin eks olmadığı, 1 hastanın ise tekrar ekstübe edilemediği tespit edildi. Hastaların plansız ekstübe olmaları ve planlı ekstübasyon sonrası reentübe olmaları ile mortalite arasında ilişki saptanmadı. Ekstübasyonu başarısız olan hastaların (11 hasta, %12,4) entübasyon süresi ortalama 11,6±8,17 gün, ayırma süresi ortalama 2,09±1,13 gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama 17,27±9,65 gün, vücut ağırlığı ortalama 15,6±13,7 kg, PIM 2 skoru ortalama 28,8±32,21 olarak saptandı. Ekstübasyonu başarısız olan hastaların 5'inin kız (%45,5), 6'sının (%54,5) erkek olduğu tespit edildi. Ekstübasyonu başarısız olanlarla olmayanlar arasında yaş, vücut ağırlığı, cinsiyet, PIM 2 oranları, ayırma süresi açısından anlamlı fark saptanmazken ($p>0,05$), entübasyon süresi ve yoğun bakım süreleri arasında anlamlı fark ($p<0,05$) saptandı. Planlı ekstübasyonu başarısız olanlarla olmayanların karşılaştırılması Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Planlı ekstübasyonu başarısız olanlarla olmayanların karşılaştırılması

Özellik	Başarısız Ekstübasyon n(%), mean±SD	Başarılı Ekstübasyon n(%), mean±SD	p
Cinsiyet (K/E)	5 (% 45,5) / 6 (% 54,5)	28 (% 41) / 43 (% 59)	> 0,05
Yaş	3,82±4,74	3,84±4,66	> 0,05
Vücut ağırlığı (kg)	15,6±13,7	14,75±13,32	> 0,05
PIM 2 (%)	28,8±32,21	23,85±23,22	> 0,05
Entübasyon süresi (gün)	11,6±8,17	6,39±4,80	< 0,05
Ayırma süresi (gün)	2,09±1,13	1,46±1,06	> 0,05
Yoğun bakımda kalma süresi (gün)	17,27±9,65	9,36±6,65	< 0,05

SD, standart deviasyon; PIM 2, Pediatrik mortalite indeks

Tablo 21. Mekanik ventilasyon desteği sırasında karşılaşılan komplikasyonlar

Komplikasyonlar	n (%)
Atelektazi	14 (%11,3)
Ventilatör ilişkili Pnömoni	11 (%8,9)
Barotravma	3 (%2,4)
Yumuşak doku ülserasyonu	3 (%2,4)
*Toplam	26 (% 21)

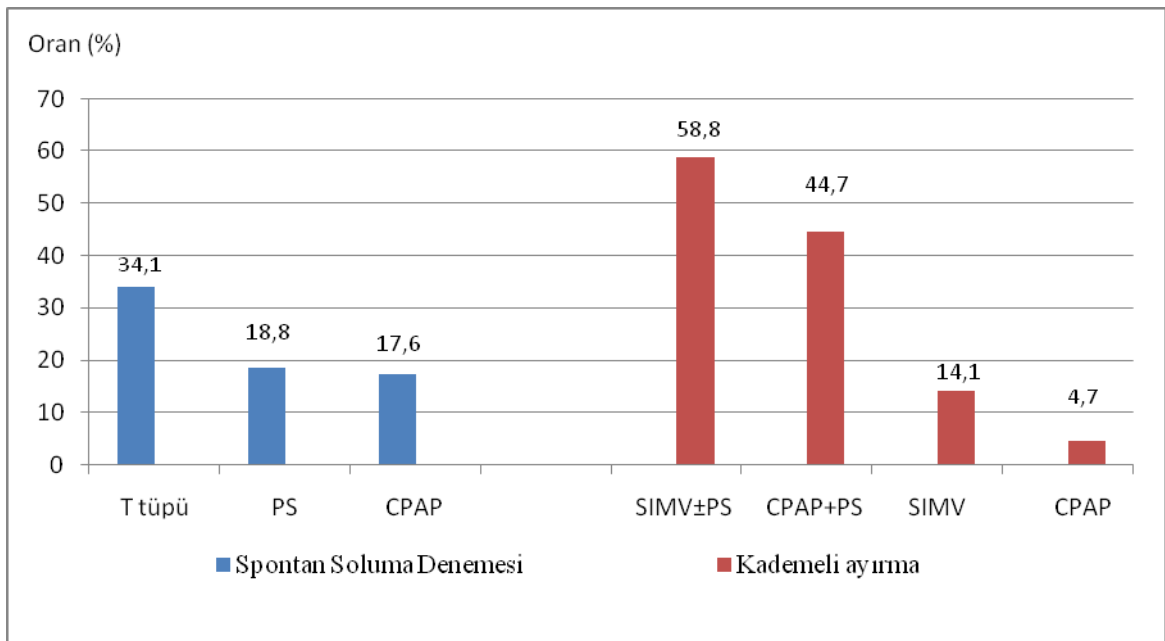
*5(%4) hastada birden fazla mekanik ventilasyon komplikasyonu birlikte görülmüştür

İzlem sırasında 26 hastada (%21) mekanik ventilasyona bağlı komplikasyon meydana geldiği belirlendi. 14 hastada (%11,3) atelektazi, 11 hastada (%8,9) ventilatör ilişkili pnömoni, 3 hastada (%2,4) barotravma, 3 hastada (%2,4) da yumuşak doku ülserasyonu olduğu saptandı. İzlem sırasında komplikasyon gelişen hastaların entübasyon süresi ortalama 13,38±7,92 gün, yoğun bakım süresi ortalama 17,19±8,92 gün olarak saptanırken komplikasyon gözlenmeyen hastaların entübasyon süresi ortalama 6,3±5,20 gün, yoğun bakım süresi ise ortalama 8,16±6,11 gün olarak saptandı. Komplikasyon gözlenen hastaların entübasyon ve yoğun bakım süreleri istenmeyen durum gözlenmeyen hastalara göre anlamlı olarak uzun saptandı (p<0,05). Komplikasyon gelişen hastaların 22'sinin (%84,6) sağ kaldığı, 4'ünün (%15,4) eks olduğu belirlendi. Sağ kalan ve ölen hastalar arasında komplikasyon açısından anlamlı fark saptanmadı (p>0,05). Mekanik ventilasyona bağlı gelişen komplikasyonlar Tablo 21'de gösterilmiştir.

Hastaların 85'ine (%68,5) ayırma (weaning) yöntemlerinden biri veya ikisinin uygulandığı belirlendi. 43 hastaya (%34,7) kademeli ayırma, 10 hastaya (%8) spontan soluma denemesi, 32 hastaya (%25,8) hem spontan soluma denemesi hem de kademeli ayırma uygulandığı, 39 hastaya (%31,5) ise ayırma uygulanmadığı tespit edildi. Ayırma uygulanamayan hastaların 34'ünün öldüğü, 2'si entübe 3'ü trakeostomili toplam 5 hastanın ventilasyon desteği almaya devam ettiği saptandı. Bir hastanın ise ayırma sırasında öldüğü belirlendi.

Kademeli ayırma (weaning) uygulanan hastaların 50'inde (%58,8) SIMV±PS, 38'inde (%44,7) CPAP±PS, 12'sinde (%14,1) SIMV, 4'ünde (%4,7) CPAP kullanıldığı saptandı. Yirmi dokuz hastaya (%34,1) T tüpü, 16 hastaya (%18,8) PS, 15 hastaya (%17,6) CPAP ile spontan soluma denemesi uygulandığı görüldü. İzlemde kullanılan ayırma yöntemleri ve modları Grafik 8'de gösterilmiştir.

Grafik 6. Ayırma uygulanan hastalarda kullanılan modların dağılımı



PS, Basınç destek ventilasyon; CPAP, Sürekli pozitif havayolu basıncı; SIMV, Senkronize aralıklı zorunlu solunum

Spontan solunum denemesi yöntemiyle wean edilen hastaların entübasyon süresi ortalama $3,1 \pm 1,37$ gün, ayırma süresi ortalama $1,15 \pm 0,47$ gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama $6,1 \pm 4,48$ gün olarak saptandı. Kademeli ayırma yöntemi uygulanan hastaların entübasyon süresi ortalama $9,37 \pm 6,07$ gün, ayırma süresi ortalama $1,77 \pm 1,35$ gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama $12,95 \pm 8,02$ gün olarak tespit edildi. Spontan soluma denemesi yöntemiyle wean edilen hastaların entübasyon süresi ve yoğun bakımda kalma süresi kademeli ayırma yöntemine göre anlamlı olarak kısa saptandı ($p < 0,05$). Ayırma süreleri arasında ise anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Her iki yöntemin birlikte uygulandığı hastaların entübasyon

süresi ortalama 5,93±5,79 gün, ayırma süresi ortalama 1,48±1,19 gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama 8,81± 7,05 gün olarak belirlendi. Kademeli ayırma yöntemi ile her iki ayırma yönteminin uygulandığı hastalar karşılaştırıldığında entübasyon süresi ve yoğun bakımda kalma süresi her iki yöntemin uygulandığı hastalarda anlamlı olarak kısa saptandı(<0,05). Spontan soluma denemesi ve her iki yöntemin birlikte uygulandığı hastaların entübasyon, ayırma ve yoğun bakım süreleri arasında ise anlamlı fark saptanmadı (>0,05). Ayırma yöntemlerinin entübasyon, ayırma ve yoğun bakım süreleri üzerine etkisi Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22. Ayırma yöntemlerinin entübasyon, ayırma ve yoğun bakım süreleri üzerine etkisi

Süre (gün)	Spontan Soluma Denemesi	Kademeli Ayırma	p
Entübasyon süresi (gün) (ortalama±SD)	3,1±1,37	9,37±6,07	<0,05
Ayırma süresi (gün) (ortalama±SD)	1,15±0,47	1,77±1,35	>0,05
Yoğun bakımda kalma süresi (gün) (ortalama±SD)	6,1± 4,48	12,95±8,02	<0,05

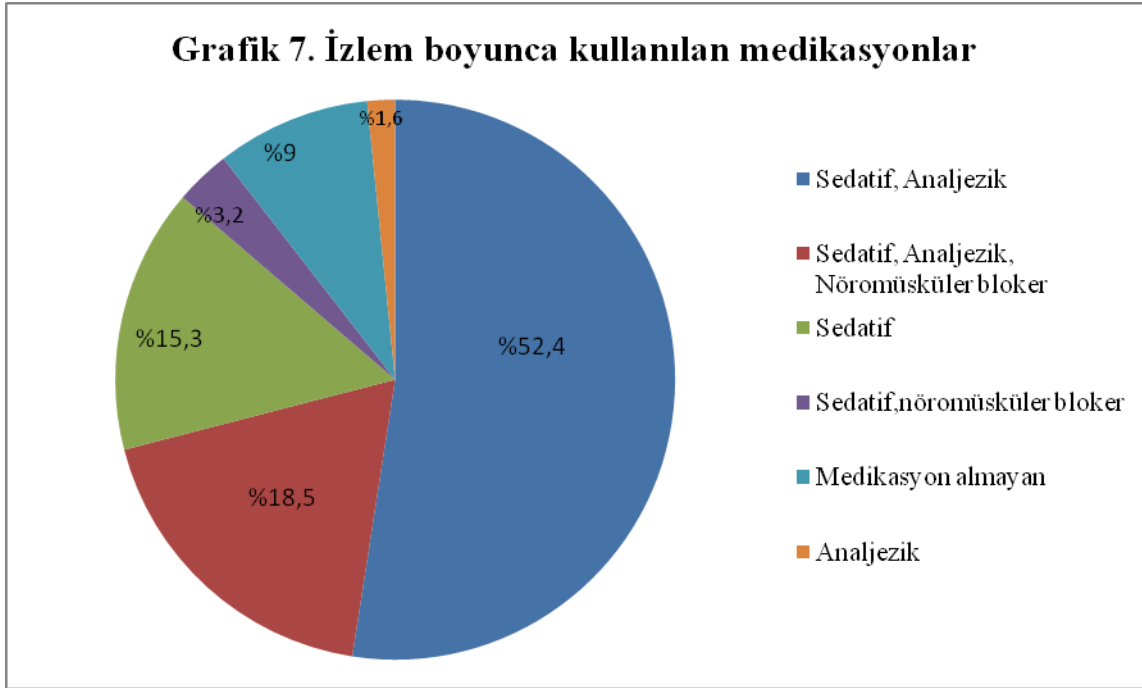
SD, Standart deviasyon

Planlı olarak ekstübe edilen hastaların 71’inde (%86,5) reentübasyon ihtiyacı olmadığı belirlendi. Bu hastaların 8’ine (%9,8) spontan soluma denemesi, 35’ine (%42,6) kademeli ayırma yönteminin uygulandığı saptandı. Hastaların 28’ine (%34,1) ise her iki ayırma yönteminin birlikte uygulandığı belirlendi. Planlı ekstübasyon başarısı açısından ayırma yöntemleri arasında anlamlı fark saptanmadı (>0,05). Ayırma yöntemlerinin ekstübasyon başarısı üzerine etkisinin değerlendirilmesi Tablo 23’te gösterilmiştir.

Tablo 23. Ayırma yöntemlerinin ekstübasyon başarısı üzerine etkisinin değerlendirilmesi

Özellik	Başarısız Ekstübasyon n(%)	Başarılı Ekstübasyon n(%)	Toplam n(%)
Spontan soluma denemesi	2 (% 20)	8 (% 80)	10 (% 100)
Kademeli ayırma	6 (% 14,6)	35 (% 85,4)	41(% 100)
Her ikisi	3 (% 9,6)	28 (% 90,4)	31 (% 100)
Toplam	11 (% 13,5)	71 (%86,5)	82 (% 100)

Hastaların çoğunluğunda (%52,4) sedatif ve analjezik ajanların birlikte kullanıldığı belirlendi. 23 hastaya (%18,5) sedatif, analjezik ve nöromusküler blokerlerin birlikte uygulandığı saptandı. 19 hastaya (%15,3) sadece sedatif ajanlar verildiği, 11 hasta'nın (%8,9) ise medikasyon almadığı tespit edildi. İzlem boyunca kullanılan medikasyonlar grafik 7'de gösterilmiştir.



Hastaların 111'ine (%89,5) sedatif ajanlar, 90'ına (%72,6) analjezik ajanlar, 27'sine (%21,8) nöromusküler ajanlar uygulandığı saptandı. Midazolam, fentanil ve vekuroniyumun en sık tercih edilen ilaçlar olduğu belirlendi. Sürekli infüzyonun en fazla tercih edilen uygulama şekli olduğu saptandı. İzlem boyunca kullanılan ilaçlar ve uygulama şekilleri Tablo 24'te gösterilmiştir.

Sedasyon alan hastaların entübasyon süresi ortalama $8,09 \pm 6,56$ gün, yoğun bakım süresi ortalama $10,5 \pm 7,71$ gün olarak saptanırken sedasyon almayan hastaların entübasyon süresi ortalama $5,15 \pm 5,59$ gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama $5,5 \pm 6,18$ gün olarak belirlendi. Sedasyon alan hastaların entübasyon ve yoğun bakımda kalma süreleri sedasyon almayan hastalara göre anlamlı olarak uzun saptandı ($p < 0,05$). Sedasyon etkilerinin karşılaştırılması Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 24. İzlem boyunca kullanılan ilaçlar ve kullanım şekilleri

İlaçlar	n (%)	Kullanım Şekli	n (%)
*Sedatifler		Sedatifler	
Midazolam	106 (% 86,8)	Sürekli infüzyon	89 (% 80,2)
Ketamin	7 (% 5,7)	Aralıklı bolus	6 (% 5,4)
Tiopental	6 (% 4,9)	Her ikisi	16 (% 14,4)
Fenobarbital	1 (% 0,8)		
Diğer	2 (% 1,6)		
**Analjezikler		Analjezikler	
Fentanil	87 (% 87,8)	Sürekli infüzyon	82 (% 92,1)
Ketamin	11 (% 11)	Aralıklı bolus	6 (% 6,7)
Morfin	1 (% 1,2)	Her ikisi	1 (% 1,1)
Nöromuskuler Blokerler		Nöromuskuler Blokerler	
Vekuronyum	21 (% 77,7)	Sürekli infüzyon	14 (% 51,9)
Rokuronyum	6 (% 22,3)	Aralıklı Bolus	12 (% 44,4)
		Her ikisi	1 (% 3,7)

*11 hastada birden fazla sedatif kullanılmıştır

**9 hastada birden fazla analjezik kullanılmıştır

Tablo 25. Sedasyon etkisinin karşılaştırılması

Süre(gün)	Sedatif (+)	Sedatif (-)	p
Entübasyon süresi (gün) (ortalama±SD)	1-28 (8,09±6,56)	1-21 (5,15±5,59)	< 0,05
Ayırma süresi (gün) (ortalama±SD)	0,5-7 (1,6±1,24)	1-2 (1,33±0,57)	> 0,05
Yoğun bakımda kalma süresi(gün) (ortalama±SD)	2-33 (10,5±7,71)	1-23 (5,5±6,18)	< 0,05

SD, Standart deviasyon

Sedatif ilaçları sürekli infüzyon şeklinde alan hastaların entübasyon süresi ortalama 7,82±6,14 gün, ayırma (weaning) süresi ortalama 1,57±1,27 gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama 10,57±7,58 gün olarak saptandı. Aralıklı bolus şeklinde alan hastaların entübasyon süresi ortalama 7,5±10,57 gün, ayırma süresi ortalama 0,75±0,28 gün, yoğun bakımda kalma süresi ortalama 8,33±10,05 gün olarak tespit edildi. Sedatif ilaçları bolus şeklinde alan hastaların ayırma süresi anlamlı olarak kısa saptandı (p<0,05). Entübasyon süreleri ve yoğun bakımda kalma süreleri arasında ise anlamlı fark saptanmadı (p>0,05). Sedatif ilaçları farklı

uygulama şekilleri ile alan hastaların entübasyon, ayırma ve yoğun bakımda kalma süreleri Tablo 26’da gösterilmiştir.

Tablo 26. Sedatif ilaçların uygulama şekillerinin entübasyon, ayırma ve yoğun bakım süreleri üzerine etkisi

Süre(gün)	Sürekli infüzyon	Aralıklı Bolus	Sürekli infüzyon
	mean±SD	mean±SD	Aralıklı Bolus mean±SD
Entübasyon süresi (gün) mean±SD	7,82±6,14	7,5±10,57	9,87±7,31
Ayırma süresi (gün) mean±SD	1,57± 1,27	0,75±0,28	2,04±1,13
Yoğun bakım süresi (gün) mean±SD	10,57± 7,58	8,33±10,05	11,5±7,88

SD, standart deviasyon

Hastaların 1. gün PIP değerlerinin 12 ile 40 cmH₂O (ortalama 21,75± 5,54) arasında değiştiği belirlendi. Mekanik ventilasyon izlemi sırasında komplikasyon gözlenen hastaların 1. gün PIP değeri ortalama 22,61±6,39 cmH₂O, komplikasyon gözlenmeyen hastaların 1. gün PIP değeri ortalama 21,53±5,30 cmH₂O olarak saptandı. Komplikasyon gelişimi ve 1.gün PIP değerleri arasında anlamlı ilişki saptanmadı (>0,05). Sağ kalan hastaların 1. gün PIP değeri ortalama 21,42±5,24 cmH₂O (12-40), ölen hastaların 1. gün PIP değeri ortalama 22,58±6,22 cmH₂O (13-35) olarak belirlendi. Mortalite ve 1.gün PIP değerleri arasında anlamlı ilişki saptanmadı (>0,05). Komplikasyon gelişen ve ölen olguların 1. gün PIP Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 27. Birinci gün PIP değerleri

	Eksitus olanlar	Sağ kalanlar	Komplikasyon	
			var	yok
PIP (1.gün) (Mean± SD) cmH ₂ O	22,58±6,22	21,42 ±5,24	22,61±6,39	21,53±5,30

PIP, Pik inspiratuar basınç; SD standart deviasyon

Tablo 28. Tahmin edilen ve gerçekleşen mortalite oranları

Risk aralığı (PIM 2)	Ölme olasılığının ortalaması	Sayı	Ölümler	
			Gözlenen	Beklenen
<1	0,63	3	0	0,02
1-5	3,14	20	2	0,63
5-15	7,64	24	2	1,83
15-30	21,39	19	4	4,06
>30	63,96	58	27	37,09
Toplam		124	35	43,63

PIM 2, Pediatrik mortalite indeksi

Sayı	Gözlenen Ölüm (%)	Beklenen Ölüm (%)	SMR (%95GA)
124	35 (28,2)	43,63 (35,17)	0,80 (0,56-1,12)

SMR, Standardize mortalite hızı

Sağ kalan hastaların PIM 2'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranları % 0,6-% 97,1 (ortalama %24,72±24,84), ölen hastaların tahmini mortalite oranları %1,7-%99,4 (ortalama %61,8±33,19) olarak saptandı. Sağ kalan ve ölen hastalar arasında PIM 2'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranları açısından anlamlı fark saptandı (p<0,05).

Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesine kabul edilen tüm hastaların PIM 2 (Pediatrik Mortalite İndeksi)'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranı %35,17 (43,63 hasta) olarak tespit edildi. Çalışma sonunda ise hastaların % 28,2'sinin (35 hasta) kaybedildiği belirlendi. Çalışmamızda tahmini mortalite oranı < % 1 saptanan hasta grubunda ölüm gözlenmezken %1-5 olan hasta grubunda 2 ölüm gözlemlendi. PIM 2 'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranı % 5-15 olan hasta grubunda beklenen ölüm sayısı 1,83, gözlenen ölüm sayısı 2 olarak tespit edildi. Tahmini mortalite oranı %15-30 olan hasta grubunda beklenen ölüm sayısı 4,06, gözlenen ölüm sayısı 4 olarak belirlendi. Tahmini mortalite oranı > %30 olan hasta grubunda beklenen ölüm sayısı 37,09 iken gerçekleşen ölüm sayısı 27 olarak belirlendi. Çalışmamızda standardize ölüm hızı (SMA) 0,80 olarak saptandı. Beklenen ve gerçekleşen mortalite oranları tablo 28'de gösterilmiştir.

7. TARTIŞMA

Tıptaki gelişmelere paralel olarak pediatrik yoğun bakım ünitelerinde tedavileri gereken çocuk sayısı giderek artmaktadır. Tedavi olanakları (özellikle çocuk yoğun bakım yatak sayısı) sınırlı ve maliyetlerin de yüksek olması nedeni ile PYBÜ’de izlenecek hastaların en uygun şekilde tedavi edilmesi ve üniteden çıkabilecek duruma gelmesi önem taşımaktadır. Bu hedeflere yönelik olarak hastaların yatış sürelerini kısaltan stratejiler benimsenmeli, komplikasyon ve mortaliteyi artıran uygulamalardan kaçınılmalıdır. Gelişmiş ülkelerde PYBÜ’ler ve uygulanan tedaviler ile ilgili önemli bir literatür birikimi bulunmaktadır. Ancak ülkemizde pediatrik yoğun bakım ünitelerinde uygulanan tedaviler ve bunların hasta akibetine etkilerinin değerlendirildiği araştırmaların sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu çalışma ile ülkemizde 8 merkezde pediatrik yoğun bakım birimlerinde mekanik ventilasyon uygulamalarını değerlendirmek, mekanik ventilasyon uygulamalarına bağlı olarak gelişen komplikasyon ve mortalite oranlarını tespit etmek, ventilatörde izlenen hastaların klinik özelliklerini değerlendirmek, ülkemiz şartlarında yaygın kullanılan ventilasyon ve ayırma yöntemleri hakkında bilgi toplamak, ventilasyon ve yatış süresine etki eden bazı faktörleri belirlemek amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma aynı zamanda Türkiye’deki pediatrik yoğun bakım uygulamalarını ve klinik sonuçlarını inceleyen ilk çok merkezli prospektif araştırma niteliğini taşımaktadır. Benzer konularda çalışmalar daha önce A.B.D, İspanya, Danimarka ve Hindistan gibi ülkelerde yapılmıştır⁵⁷⁻⁵⁹.

Çocuk yoğun bakım ünitesine yatış nedeni olan hastalıklar, hizmet verilen hasta grubuna ve yaşa bağlı olarak değişebilmektedir. Çocuk ölümlerinin sık nedenlerinden biri olan solunum yolu hastalıkları ve solunum yetersizliği yoğun bakıma yatış gerektiren nedenlerin başında gelmektedir. Solunum sıkıntısı çocuk acil ünitesine başvuruların %10’undan, süt çocukluğu dönemindeki başvurularının ise %20’sinden sorumludur ve hastaneye yatırılan çocukların %20’sinde; yoğun bakıma yatırılan çocuk hastaların %30’unda solunum sıkıntısı bulunduğu belirtilmektedir¹⁵. Farias ve ark. ile Khilnani ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda PYBÜ’ne yatış gerektiren en önemli nedenin solunum sistemi ile ilgili hastalıklar olduğu bildirilmektedir. Farias ve ark. çalışmalarında çocukların %75’ine akut solunum yetersizliği nedeniyle mekanik ventilasyon başlandığını bildirmişlerdir⁶⁰. Balcells, Ramirez ve arkadaşlarının İspanya’da yaptığı çalışmada ise akut solunum yetersizliği %46,5 oranı ile en sık mekanik ventilasyona başlama nedeni olarak bildirilmiştir⁵⁷. Akut akciğer hastalıklarının

gelişmekte olan ülkelerde, postoperatif gözlemin gelişmiş ülkelerde en sık mekanik ventilasyon endikasyonu olduğu gösterilmiştir⁶¹. Bizim çalışmamızda hastaların %68,5'ine akut solunum yetersizliği nedeni ile mekanik ventilasyon başlandığı saptandı. Hastaların %31,5'ine koma-mental durum değişikliği, %16,9'ine şok, %12,9'ine kardiyak arrest, %6,5'ine nöromusküler hastalık, %4'üne postoperatif havayolu güvenliği nedeniyle mekanik ventilasyon desteği verildiği belirlendi. 2002-2004 Türkiye Hastalık Yüğü Çalışmasına göre 0-4 yaş grubu çocukların %13,4'ünde, 5-14 yaş grubu çocukların %6,5'ünde en sık ikinci ölüm nedeni olan pnömoniler çalışmamızda %50 oranı ile akut solunum yetersizliğinin en sık nedeni olarak saptandı.

Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) akut hipoksemik solunum yetersizliği nedenlerinden biri olup insidansı net olarak bilinmemektedir. Çocuklarda ARDS tanısı ile pediatrik yoğun bakıma yatış oranının % 1-4 arasında değiştiği ve mortalitenin %20-75 arasında olduğu bildirilmektedir¹⁸. Sepsis ve multisistem organ yetmezliği olan olgularda ARDS riskinin daha fazla olduğu belirtilmektedir (%40)¹⁹. Çalışmamızda hastaların %7,3'ünün ARDS tanısı ile mekanik ventilasyon desteği aldığı ve bu hasta grubunda mortalitenin %34,4 olduğu saptandı. ARDS'li olguların tümünde (%100) altta yatan, işlevsel durumu bozan kronik hastalık olduğu ve bu olguların %33'ünde sepsis, %44'ünde ise pnömoniye takiben ARDS geliştiği belirlendi.

Farias ve arkadaşlarının 7 ülkeyi kapsayan çalışmasında mekanik ventilasyon desteği verilen çocukların %16'sında işlevsel durumu bozan kronik hastalık olduğu saptanırken, Andersen ve arkadaşlarının çalışmasında Danimarka'da bu oran %44 olarak saptanmıştır^{58,60}. Çalışmamızda tüm hastaların %61,3'ünde, pnömonili hastaların ise %79'unda işlevsel fonksiyonları etkileyen kronik hastalık bulunduğu belirlendi. Çalışmamızda kronik hastalıkların %22'sini santral sinir sistemi patolojilerin, %14'ünü nöromusküler hastalıkların, %14'ünü malignitelerin, %13'ünü konjenital kalp hastalıklarının, %11,6'ini kalıtsal metabolik hastalıkların, %9,3'ünü kronik akciğer hastalıklarının oluşturduğu saptandı.

Yoğun bakım ünitesinde mortalite üzerine etkili birçok epidemiyolojik faktör bulunmaktadır. Hastanın altta yatan primer hastalığının yanında, solunum destek tedavisinin süresine, hijyen şartlarına uyulmasına, hastayı izleyen yoğun bakım ekibinin tecrübesine, komplikasyonların zamanında belirlenip uygun tedavi edilmesine bağlı olarak mortalite oranları değişmektedir. Mekanik ventilasyon desteği alan çocukların mortalite oranları çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Yoğun bakım ünitelerindeki mortalite oranları da ülkeden ülkeye ve yaşa bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir^{59,62-64}. Yoğun bakım mortalite oranı erişkinlerde %17-36,2 arasında değişirken çocuklarda %4,7-19 arasında

değiştirdiği bildirilmektedir. Yapılan çalışmalarda mortalitenin invaziv girişimler, pnömoni, ikiden fazla antibiyotik kullanılması, çoklu organ yetmezliği, sepsis ve septik şok ile ilişkili olduğu gösterilmiştir⁶²⁻⁶⁴. Farias J.A ve arkadaşları 7 ülkeyi kapsayan çalışmalarında mortalite oranını yaklaşık %15 saptamışlar ve mekanik ventilasyon desteği alan hastaların sağ kalımı üzerinde yalnızca PYBÜ'nin fiziksel ve personel özelliklerinin değil, mekanik ventilasyon öncesi faktörlerin de (immün yetmezlik, multipl konjenital anomaliler, malignansiler) etkili olduğunu bildirmişlerdir⁶⁰. Nipshagen ve arkadaşları yoğun bakıma kabul edilen tüm hastaları içeren çalışmalarında Avrupa mortalite oranını %5,7 olarak saptamışlardır⁶⁵. Folafoluwa ve arkadaşları ise A.B.D'de yoğun bakıma yatışı yapılan tüm hastaları değerlendirmişler ve mortalite oranını %3,1 olarak bildirmişlerdir⁶⁶. Çalışmamızda mortalite oranı %28,2 olarak saptandı. İntrakranial kanama tanısıyla mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda mortalite oranının diğer tanılara göre daha yüksek olduğu belirlendi (%71,4). İşlevsel durum bozukluğuna neden olan kronik hastalığı bulunan hastaların %31,3'ünün eks olduğu belirlendi ve böylece işlevsel durum bozukluğu ile mortalite arasında anlamlı ilişki bulunmadığı saptandı. Mekanik olarak ventile edilen infant ve çocukların mortalitesi ile ilgili az sayıda epidemiyolojik veri bulunmaktadır. Bu konularda yapılacak daha geniş epidemiyolojik çalışmaların infant ve çocukların sağ kalımı ile ilişkili faktörlere ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Dünyanın her yerinde üstünlüğü kabul edilmiş tek bir MV yöntemi bulunmamakla birlikte farklı ülkelerde farklı merkezler, kendi ünitelerinin olanaklarına, uygulayıcılarının bilgi, beceri, deneyim ve hastalarının özelliklerine göre farklı yöntemlerden bir ya da birkaçını seçebilmekte veya zaman içerisinde bir yöntemden diğerine geçebilmektedir. Genel olarak erişkinlerde hacim temelli ventilasyon yöntemleri ağırlıklı olarak tercih edilirken, çocuk hastalıklarında basınç temelli ventilasyon yöntemleri daha çok tercih edilmektedir. 1995 ve 1999 yıllarında yapılan iki farklı çalışmada çocuklarda basınç kontrollü SIMV (Senkronize aralıklı zorunlu solunum=Syncronize intermittent mandatory ventilation)'nın en sık kullanılan ventilasyon modu olduğu gösterilmiştir. Harel ve arkadaşları 1995 yılında yaptıkları anket çalışmasının sonucunda infant ve çocuklarda mekanik ventilasyonun %65-82 oranında SIMV ile başladığını ve bunu PCV (Basınç kontrollü ventilasyon=Pressure control ventilation)'nin (%2-17) takip ettiğini saptamışlardır⁶⁷. Farias J.A ve arkadaşları da 1999 yılında yaptıkları çalışmayla hastaların % 39'unda tek başına SIMV modu ya da PSV (Basınç destekli ventilasyon= Pressure support ventilation) ile kombinasyonunun kullanıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca daha yüksek oranda PCV ve VLV-A/C (Volum sınırlı ventilasyon-yardımlı kontrol=Volume limited ventilation-Assist/control) kullanımının tercih edildiğini

belirtmişlerdir⁶⁰. Bizim çalışmamızdaki hastaların %76,6'ında basınç kontrollü SIMV±PS, %33,1'ünde CPAP±PS (Sürekli pozitif havayolu basıncı=Continuous pozitif airway pressure ± Pressure support), %29'unda basınç kontrollü CMV (Kontrollü zorunlu ventilasyon=Controlled mandatory ventilation) veya A/C (Yardımlı/kontrollü solunum yöntemi=Assist/Control ventilasyon), %10,5'inde PRVC (Basınç düzenlemeli hacim kontrol=Pressure regulated volume control), %8,7'inde volüm kontrollü SIMV±PS/VS, %1,6'inde HFOV (Yüksek frekanslı osilatuar ventilasyon), %0,8'inde BİBAP (İki düzeyli pozitif havayolu basıncı = Biphasic intermittent pozitive airway pressure) kullanıldığı belirlendi. Hastalarımızın %48,4'ünde birden fazla mekanik ventilasyon modu kullanıldığı ve hastaların hiçbirinde volüm kontrollü CMV modu kullanılmadığı saptandı. Hastalarımızın %64,5'ine basınç kontrollü SIMV, %18,5'ine basınç kontrollü CMV veya A/C, %8,1'ine PRVC, %6,5'ine volüm kontrollü SIMV modu ile mekanik ventilasyon başlandığı saptandı. Bir hastaya da ASV (Uyumlu destek ventilasyon=Adaptive support ventilation) modu ile mekanik ventilasyon başlandığı belirlendi. Pediatrik popülasyonda ventilasyon modu seçiminin standart olmaması farklı nedenlerle açıklanmaktadır. Her merkezin kendi olanaklarına ve tecrübelerine uygun ventilasyon yöntemini tercih ettiği görülmektedir. Son yıllarda çift kontrollü, kapalı döngü sistemli ve hem yüksek hem de düşük basınçlarda spontan solunuma izin veren yeni ventilasyon yöntemleri geliştirilmesine rağmen bu gelişmelerin kliniğe yeterince yansımadağı gözlenmiştir. Ventilator mod seçiminin standart olmamasının bir nedeni de ventilator desteğinin süresi ve mortaliteyi azaltan en yararlı ventilasyon modunu belirleyen çalışmaların eksikliğidir. Son yıllarda çocuk hastalıklarında hacim temelli ventilasyon yöntemleri de kullanılmaya başlanmasına rağmen bu uygulamanın yaygınlığı konusunda geniş kapsamlı çalışma bulunmamakta ve kısıtlı sayıda merkezde uygulandığı düşünülmektedir.

NİPPV (Noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon) tedavisi ise ilk kez 1993'te akut solunum yetmezlikli iki pediatrik olguda kullanılmış olup o zamandan bu yana pediatrik çağdaki akut hipoksemik solunum yetmezliğinde, pnömonide, pulmoner ödemde, postoperatif solunum dekompanzasyonu olan uyku apne sendromlu olgularda, status astmatikusta, spinal musküler atrofide ve son dönem kistik fibrozis hastalarında uygulanmıştır. Fortenberry ve arkadaşları entübasyon için yüksek risk taşıyan bazı hastaların başarılı bir şekilde NİMV (Noninvazif mekanik ventilasyon) ile tedavi edildiğini belirtmişlerdir^{68,69}. Pediatrik yaş grubuna ait daha büyük bir prospektif çalışmada, Padman ve arkadaşları çeşitli nedenlerle akut solunum yetmezliği gelişen ve NİMV ile tedavi edilen hastalarda dispne skorunda azalma ve oksijenizasyonda düzelme gördüklerini bildirmişlerdir⁵⁵. Çalışmamızda 124 hastadan sadece 2 'sinde NİPPV kullanıldığı saptandı. Konu ile ilgili ilk olgu sunumlarında NİMV'nun akut

solunum yetmezlikli çocuk hastalarda güvenli ve etkili bir tedavi metodu olarak kullanılabilmesi tarif edilmesine rağmen günümüzde sınırlı sayıda hastada kullanıldığı görülmektedir. Vaka sunumları kontrolü olmayan vaka serileri olup spesifik hastalıklarda NİPPV etkinliğine ait sorulara cevap bulmakta yeterli değildir. Bu nedenle çocuklarda yapılacak çok merkezli prospektif ve kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Farias J.A ve arkadaşları ventilatör desteğindeki zamanın %46'sının ayırma için harcadığını, en sık kullanılan ayırma methodunun SIMV olduğunu, hastaların %39'unun SIMV'nin kademeli olarak azaltılması yöntemiyle ventilatörden ayırma yapıldığını bildirmişlerdir⁶⁰. Harel ve arkadaşları ise çalışmalarında SIMV'nin %34-38 oranında mekanik ventilasyondan ayrılma aşamasında tercih edilen mod olduğunu saptamışlardır⁶⁵. Daha önce yapılan bu iki büyük çocuk çalışmasında tüm hastalara mekanik ventilasyonda kademeli azaltma gerekmediği gösterilmiştir^{60,67}. Weaning (ayırma) halen birçok randomize ve kontrollü çalışmanın konusu olmaya devam etmektedir. Erişkin hastalarda, SIMV'nin spontan soluma testi (SST) ya da PSV ile karşılaştırılığında weaning için kullanılacak en kötü mod olduğu bildirilmiştir^{70,71}. Spontan soluma testi kullanımının son yıllarda arttığı görülmektedir. Spontan soluma testi ile weaning yöntemi Harel ve arkadaşlarının çalışmasında bildirilmemiş iken Farias J.A ve arkadaşları hastaların %30'unda mekanik ventilasyondan ayırma için kullanıldığını bildirmişlerdir^{60,67}. Spontan soluma testinin ekstübasyon için hazır olan hastalarda yararlı bir yaklaşım olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir. Farias ve arkadaşları çalışmasında mekanik ventilasyon desteği alan çocukların ¼'ünün SST ile başarılı bir şekilde ekstübe edilebileceğini bildirmişlerdir⁴⁹. Farias ve arkadaşları farklı bir çalışmada ise bu testi geçen çocukların %80'inin ilk ekstübasyon denemesinde başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarda uzun süre entübe kalmış çocuklarda kademeli olarak desteğin azaltılması ile birlikte günlük SST uygulamalarının mekanik ventilasyon süresini anlamlı olarak azalttığı bildirilmiştir^{61,72}. Çalışmamızda hastaların %34,7'sine kademeli ayırma, %8'ne spontan soluma testi, %25,8'ine hem spontan soluma testi hem de kademeli ayırma yönteminin uygulandığı saptandı. Kademeli ayırma yönteminde SIMV±PS'nin, spontan soluma testinde ise T tüpünün sıklıkla kullanıldığı belirlendi. Spontan soluma testi yöntemiyle wean edilen hastaların entübasyon süresi ve yoğun bakımda kalma süresinin kademeli ayırma yöntemine göre anlamlı olarak kısa olduğu saptandı ($p<0,05$). Ayrıca hem spontan soluma denemesi hem de kademeli ayırma yöntemi ile wean edilen hastaların entübasyon süresi ve yoğun bakımda kalma süresinin kademeli ayırma yönteminin tek başına kullanıldığı hastalara göre anlamlı olarak kısa olduğu saptandı ($<0,05$). Çalışmamızda planlı ekstübasyon başarısı açısından ayırma yöntemleri arasında anlamlı fark saptanmadı ($>0,05$). Ayırma yöntemi olarak spontan

soluma testi yönteminin tek başına veya diğer ayırma yöntemleriyle birlikte kullanılmasının mekanik ventilasyon ve yoğun bakımda kalma süresini anlamlı olarak azalttığı görülmektedir. Literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında çalışmamızda, spontan soluma testinin tek başına ayırma yöntemi olarak daha az kullanıldığı ve sıklıkla kademeli ayırma yöntemi ile birlikte kullanıldığı saptandı. SST'nin kullanıldığı olgularda mekanik ventilasyon süresi ve yoğun bakım süresinin daha kısa olduğu saptanmasına karşın ayırma süreleri arasında fark olmaması SST'nin durumu daha az ciddi olan ve PYBÜ'sinde kısa süre kalan hasta grubuna tercih edildiğini gösterebilir. İnfant ve çocuklarda weaning yaklaşımları ve mekanik ventilasyon süresini kısaltma konusunda daha kapsamlı çalışmalar gerekmektedir. İnfant ve çocuklarda ayırma yaklaşımları ve mekanik ventilasyon süresini kısaltma konusunda daha kapsamlı çalışmalar gerekmektedir.

Farias J.A ve arkadaşları çalışmalarında plansız ekstübasyon insidansını %4 olduğunu saptamışlar ve bu oranın daha önce yapılmış çalışmalarla benzer (%3-13) olduğunu bildirmişlerdir^{60,57,73,74}. Ayrıca birçok çocuk çalışmasında ekstübasyon başarısızlık oranının %2,7 ile 22 arasında değiştiği bildirilmiştir^{75,76}. Çalışmamızda plansız ekstübasyon oranı %12,1, ekstübasyon başarısızlık oranı %13,4 olarak saptandı ve bu oranların literatüre uygun olduğu belirlendi. Farias ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi pediatrik ve erişkin birçok çalışmada reentübasyon gerektiren hastaların başarılı bir şekilde ekstübe olanlara göre anlamlı olarak daha fazla mortaliteye sahip olduğu gösterilmiştir^{49,60,77}. Baisch ve arkadaşları ise ekstübasyonu başarısız olan hastaların mortalitesinde anlamlı artış olmadığını bildirmişlerdir⁷⁸. Daha önceki çalışmalarda reentübasyon gerektiren hastaların daha yüksek mortalite oranlarına sahip olduğu bildirilirken yakın dönemde yapılan bazı çalışmalarda mortalite oranlarının artmadığı bildirilmektedir. Tekrarlayan entübasyonun farklı mortalite oranlarına neden olması çeşitli nedenlerle açıklanabilir. Entübasyonda gecikme, komplikasyonlar ya da alttaki hastalığın daha ağır olması, birlikte bulunan hastalıklar ve fark edilemeyen nedenler mortaliteyi artırıyor olabilir. Bizim çalışmamızda reentübasyon ihtiyacı olan hastalarla ekstübasyonu başarılı olan hastalar arasında mortalite açısından anlamlı fark olmadığı saptandı.

Baisch ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ekstübasyonun başarısız olduğu grupta yoğun bakımda geçen gün sayısı ve toplam entübasyon süresini ekstübasyonun başarılı olduğu gruptan anlamlı olarak uzun bulmuşlardır⁷⁸. Çalışmamızda ekstübasyonu başarısız olan hastaların yoğun bakımda kalma ve mekanik ventilasyon süresinin ekstübasyonu başarılı olan hastalara göre anlamlı olarak uzun olduğu saptandı ve sonuçların literatüre uygun olduğu gözlemlendi. Çalışmamızda ayrıca weaning süreleri arasında fark olmadığı belirlendi. Mekanik

ventilasyonun gereksiz uzaması hasta, hasta ailesi ve yoğun bakım çalışanları için zor bir süreç olup, finansmanı sağlayan kişi ve kurumlara ciddi oranda maddi yük getirmektedir.

Mekanik ventilasyon süresinin uzamasının önemli bir nedeni gerektiğinden fazla sedasyon kullanılmasıdır. Fazla sedasyon kullanımının mekanik ventilasyon süresi ve ayırma (weaning) üzerine olan etkisi birçok çalışma ile erişkinlerde gösterilmiştir. Kress ve arkadaşları çalışmalarında hastaların sedasyonunu keserek toleranslarını değerlendirmişler ve tolere edemeyen hastalara yarı dozda tekrar sedasyona başlamışlardır. Çalışmanın sonunda tedavi grubunda mekanik ventilasyon süresinin 2 gün, yoğun bakım ünitesinde geçen sürenin ise 3 gün daha kısa olduğunu saptamışlardır⁷⁹. Kollef ve arkadaşlarının erişkinlerde yaptığı çalışmada sürekli sedasyon alan hastalarda mekanik ventilasyon süresi, bolus ya da hiç sedasyon almayan hastalara göre anlamlı olarak uzun saptanmıştır⁴⁵. Uluslararası Mekanik Ventilasyon Çalışma Grubu tarafından 20 ülkede yapılan çalışmada ise 12 saatten fazla mekanik ventilasyon desteği alan 5183 erişkinin verileri prospektif olarak toplanmış ve %68 hastanın mekanik ventilasyon desteği sırasında sedasyon aldığı saptanmıştır. Hastaların sedasyon aldığı ortanca gün sayısının 3 gün olduğu tespit edilmiş ve bu sürenin daha uzun mekanik ventilasyon, ayırma ve yoğun bakımda kalma süresi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir⁸⁰.

PYBÜ'lerde mekanik ventilasyon uygulanan çocukların fazla sedasyon aldığı destekleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Twite ve arkadaşları çalışmasında PYBÜ'lerinde sedasyon alan çocukları Bispektral İndeks (BIS) monitor ile elektroensefalografik olarak değerlendirmişler ve %27'sinin derin genel anestezi düzeyinde sedasyon aldığını tespit etmişlerdir⁸¹. Derin sedasyon uygulanan çocukların uyanıklığının geciktiği ve bunun sonucunda da ayırma, mekanik ventilasyon ve yoğun bakım süresinin uzadığı bildirilmektedir. Ayrıca ayırmanın (weaning) ilk 24 saatinde artmış sedasyon kullanımının ayırma süresi ve ayırma başarısızlığı üzerinde etkili olduğu fakat çocuklarda sedasyonun weaning üzerine olan etkisini değerlendirmek için daha fazla çalışmalara ihtiyaç bulunduğu bildirilmektedir⁸². Bu nedenle aşırı sedasyondan kaçınmak ve mümkünse sürekli sedasyon yerine tercihen aralıklı sedasyon uygulamasının hastanın erken ekstübasyonuna yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda literatüre uygun olarak sedasyon alan hastaların entübasyon ve yoğun bakımda kalma sürelerinin sedasyon almayan hastalara göre anlamlı olarak uzun olduğunu saptandı. Sedatif ilaçları bolus şeklinde alan hastaların weaning süresinin sürekli infüzyon şeklinde alan hastalara göre anlamlı olarak kısa olduğu, entübasyon süreleri ve yoğun bakımda kalma süreleri arasında ise anlamlı fark olmadığı saptandı. Aşırı sedasyonun olumsuz etkileri yanında yeterli sedasyon ve analjezi sağlanamamasının mortalite ve komplikasyon oranlarında artış ile ilişkili olduğu bildirilmektedir⁴⁵. Çalışmamızda hastaların %89,5'inin

sedatif ajanlar, %72,6'sinin analjezik ajanlar aldığı, %8,9'unun ise herhangi bir medikasyon almadığı belirlendi. Medikasyon almayan hastaların %82'sinin kaybedildiği tespit edildi. Medikasyon almayan hasta grubunda mortalitenin yüksek olması durumu daha ciddi olan hastalara medikasyon uygulanmadığını düşündürmektedir. Yoğun bakım ünitelerinde uygulanan sedasyon rejimleri ve seçilen ajanlar hastaların uyanma zamanını, hastanede kalış süresini, maliyeti ve morbiditeyi etkilemektedir. Bu nedenle hastaların sedasyon düzeyleri yakından takip edilmeli ve uygulamalar için klinik rehberler oluşturulmalıdır.

Mekanik ventilasyon, hayat kurtarıcı bir tedavi yöntemi olmasına rağmen, yüksek pozitif basınç uygulanması (pnömotoraks, akut akciğer hasarı, kronik akciğer hastalığı), yüksek volümle ventilasyon (pnömotoraks, kronik akciğer hastalığı), entübasyona (geçici hipoksemi, trakeal stenoz, selektif entübasyona bağlı atelektazi) bağlı komplikasyonlar görülebilmektedir^{83,84}. Hindistanda yapılan bir çalışmada hastaların %6,37'inde atelektazi, %0,9'unda pnömotoraks, %16,8'inde nazokomial enfeksiyon, %2'sinde plansız ekstübasyon görüldüğü belirtilmiştir⁵⁹. İspanya'da Balcells Ramirez J ve arkadaşları 33 pediatrik yoğun bakım ünitesi arasında yaptıkları çalışmada hastaların %8,1 'inde pnömotoraks, %17,4'ünde ventilatör ilişkili pnömoni görüldüğünü saptamışlardır⁵⁷. Stambouly ve arkadaşlarının A.B.D'de yaptığı bir çalışmada komplikasyon gelişen hastaların yoğun bakımda kalma süreleri ve mortalite oranlarının komplikasyon gelişmeyen hastalara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir⁸⁵. Çalışmamızda %21 oranında mekanik ventilasyona bağlı komplikasyon geliştiği ve hastaların %11,3'de atelektazi, %8,9'unda ventilatör ilişkili pnömoni, %2,4'unda barotravma, %2,4'ünde yumuşak doku ülserasyonu meydana geldiği saptandı. Komplikasyon gözlenen hastaların entübasyon ve yoğun bakım sürelerinin komplikasyon gözlenmeyen hastalara göre anlamlı olarak uzun olduğu belirlendi. Ancak komplikasyonların mortalite için anlamlı bir risk oluşturmadığı saptandı. Oranların ülkelere göre farklılık göstermesi komplikasyon gelişimi üzerine birçok epidemiyolojik faktörün etkili olduğunu düşündürmektedir.

Tıp bilimindeki gelişmeler çocuk yoğun bakım ünitelerindeki birçok kritik hastanın yaşamasını sağlamaktadır. Ancak bu durum hastaların bir kısmının uzun dönem yoğun bakımda kalıp solunum desteği alması gereksinimini doğurmaktadır. Günümüzde uzun süre destek tedavisi alan hasta sayısının artması, yoğun bakım ünitelerinin kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Türkiye'de, evde bakım ve ventilasyon imkânının sağlanamaması ve yoğun bakım haricinde terminal hasta bakım odalarının olmaması nedeniyle hastaların pediatrik yoğun bakımda izlenmesi hastaların PYBÜ'deki kalış sürelerini uzatmaktadır. Uzun PICU izlemi hasta kapasitesini sınırlanmakta ve yüksek maliyetlere neden olmaktadır^{86,87}. Avrupa

'nın farklı ülkelerinde ventilatör bağımlı kişi prevalansının 100000'de 2 ile 30 arasında değiştiği ve kronik mekanik ventilasyon ihtiyacı olan hasta sayısının yıldan yıla giderek arttığı bildirilmektedir⁸⁸. Palfrey ve arkadaşları Massachusetts'te 1987 yılında 41, 1990 yılında 70 çocuğun kronik mekanik ventilasyon desteği aldığını belirlerken, Robert ve arkadaşları 2005 yılında aynı bölgede 197 çocuğun kronik mekanik ventilasyon desteği aldığını belirlemiştir. Robert ve arkadaşları kronik mekanik ventilasyon ihtiyacı gösteren hasta sayısının aynı bölgede 15 yıl içerisinde 3 kat arttığını saptamışlardır⁸⁹. Çalışmamızda 8 (%6,5) hastanın entübe veya trakeostomili olarak kronik mekanik ventilasyon desteğine ihtiyaç duyduğu saptandı. Çalışmanın başlama tarihinden önce yoğun bakım ünitelerine kabul edilen hastaların çalışmaya alınmaması ve anket bilgileri eksik olan hastaların çalışma dışı bırakılması nedeniyle bu oranın gerçeği yansıtmadığı, PYBÜ'de izlenen kronik mekanik ventilasyon desteği alan hasta sayısının daha fazla olduğu düşünülebilir.

Çocuk yoğun bakım üniteleri teknolojiye paralel olarak sürekli gelişmektedir. Ülkemizde çocuk yoğun bakım ünitelerinin sayısı giderek artmaktadır. Pek çok üniversite ve devlet hastanelerinde yeni yoğun bakım üniteleri kurulmaktadır. Bu gelişme süreci kalite anlayışını da beraberinde getirmektedir. Kaliteyi kantite edebilmek ve denetleyebilmek için yoğun bakımlar arasında kıyaslama gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kıyaslama yapılabilmesi mortalite skorlamalarının oluşturulması ile mümkün olmuştur. Bu skorlama sistemleri sayesinde, bir taraftan hastaların risk durumları belirlenip yoğun bakımın gerçekten ihtiyacı olan hastalara yönlendirilmesi sağlanırken, özellikle çocuklarda mortalitenin belirlenmesinde kullanılan PRISM ve PIM gibi skorlama sistemleri sayesinde yoğun bakım ünitesinin etkinliğinin değerlendirilmesi de yapılabilmektedir. Bu skorlamaların en iyi bilinenlerinden biri de yoğun bakıma kabulün ilk bir saatinde uygulanan PIM 2 (Pediatrik Mortalite İndeksi) skorlamasıdır⁹⁰. Bu skorlama sisteminin mortaliteyi tahmin etmedeki güvenilirliği İtalya, Avustralya ve Yeni Zellanda da yapılan çalışmalarla desteklenmiştir. Andrea Wolfler ve arkadaşları İtalya Pediatrik Yoğun Bakım Ünitelerinde yaptıkları çalışmada gerçekleşen mortalite oranını %5,2 olarak saptamışlar, PIM 2 skoru ile belirlenen tahmini mortalite oranını %5,9 olarak bildirmişlerdir ve mortaliteyi belirlemede güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir⁹¹. Ayrıca Avustralya, Yeni Zellanda Pediatrik Yoğun Bakım Ünitelerinde yapılan ve mortalite skorlarını karşılaştıran bir çalışmada PIM 2'nin farklı tanı ve risk gruplarında diğer skorlama modellerine göre daha güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir⁹². Çocuklarda mortalitenin belirlenmesi için en sık kullanılan yöntemlerden biri de PRISM skorudur. PRISM III skorlama sisteminin Amerika'daki farklı çocuk yoğun bakım ünitelerinde geniş hasta popülasyonlarına uygulandığı ve iyi sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Fakat tüm

parametrelerinin yoğun bakıma başvuru anında değil ilk 12 ya da 24 toplanması, tedavinin hızla başlaması ile birlikte bazı parametrelerin ilk saatler içinde düzelmesi ve bunun sonucu olarak skorların daha düşük çıkması, kullanımının ücretli olması PRISM skorunun en önemli dezavantajlarını oluşturmaktadır⁹³. PIM 2 skorlama sistemi ise yatışın ilk saatinde uygulanabilir olması, kolaylıkla kullanılabilmesi, internet yoluyla kolaylıkla ulaşılabilmesi gibi birçok avantaja sahiptir ve bu avantajları nedeniyle tahmini mortalite oranını belirlemek için çalışmamızda kullanılmıştır. Çalışmamızda Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesine kabul edilen tüm hastaların PIM 2 (Pediatrik Mortalite İndeksi)'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranı %35,17 (43,62 hasta) olarak tespit edildi. Çalışma sonunda ise hastaların % 28,2'sinin (35 hasta) kaybedildiği belirlendi. Çalışmamızda tahmini mortalite oranı < % 1 saptanan hasta grubunda ölüm gözlenmezken %1-5 olan hasta grubunda 2 ölüm gözlendi. PIM 2 'ye göre belirlenen tahmini mortalite oranı % 5-15 olan hasta grubunda beklenen ölüm sayısı 1,83, gözlenen ölüm sayısı 2 olarak tespit edildi. Tahmini mortalite oranı %15-30 olan hasta grubunda beklenen ölüm sayısı 4,06, gözlenen ölüm sayısı 4 olarak belirlendi. Tahmini mortalite oranı > %30 olan hasta grubunda beklenen ölüm sayısı 37, 09 iken gerçekleşen ölüm sayısı 27 olarak belirlendi. Skorların hasta grubumuza uyumluluğunun değerlendirilmesi amacıyla Hosmer-Lemeshow uyum testi uygulandı ve mortalite skorlamasının hasta grubumuza uyumlu olduğu saptandı (p>0,05). Standart ölüm hızı 0,80 olarak saptandı ve literatüre uygun olduğu belirlendi. Sonuçlarımızın belirlenen tahmini mortalite oranları ile uyumlu olması nedeniyle PIM 2 skorlama sisteminin mortaliteyi belirlemede faydalı olduğunu göstermiştir. Hesaplama kolaylığı nedeniyle klinikte pratik olarak kullanılabilmesi ve hasta takibinde faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ülkemiz PYBÜ'lerinde güvenilir sonuçlar elde etmek için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde Türkiye'de mekanik ventilasyon uygulamalarının büyük ölçüde dünya standartlarına uygun olarak gerçekleştiği sonucu çıkarılmaktadır. Sonuçlarımız, mevcut durumun tespiti ve geleceğe daha iyi bir bakış açısı sağlayabilmek açısından önem taşımaktadır.

8. SONUÇLAR

Tıptaki gelişmelere paralel olarak pediatrik yoğun bakım ünitelerinde tedavi edilmesi gereken çocuk sayısı giderek artmaktadır. Tedavi olanaklarının sınırlı ve maliyetlerin de yüksek olması nedeni ile PYBÜ'nde izlenecek hastaların en uygun şekilde tedavi edilmesi büyük önem taşımaktadır. Mekanik ventilasyon uygulamalarını değerlendirmek, mekanik ventilasyon uygulamalarına bağlı olarak gelişen komplikasyon ve mortalite oranlarını tespit etmek, ventilatörde izlenen hastaların klinik özelliklerini değerlendirmek, ülkemiz şartlarında yaygın kullanılan ventilasyon ve ayırma yöntemleri hakkında bilgi toplamak düşüncesinden hareketle tasarlanan çalışmamızda;

- PYBÜ'ne yatış ve mekanik ventilasyon desteği gerektiren en önemli nedenin solunum sistemi ile ilgili hastalıklar olduğu belirlendi.
- Daha çok gelişmekte olan ülkelerde görülen ve sıklıkta mortalite nedeni olduğu belirlenen pnömonilerin akut solunum yetmezliğinin Türkiye'de PYBÜ'lerde en sık nedeni olduğu tespit edildi.
- Mekanik ventilasyon desteği alan hastaların çoğunda altta yatan kronik hastalık olduğu saptandı.
- Çocuk hastalarda basınç temelli ventilasyon yöntemlerinin en sıklıkla kullanıldığı, hacim temelli ventilasyon yöntemlerinin daha az tercih edildiği belirlendi.
- En sık kullanılan mekanik ventilasyon modunun SIMV+PS olduğu anlaşıldı.
- Son yıllarda geliştirilen bazı yeni mekanik ventilasyon yöntemlerinin klinikte fazla yaygınlık kazanmadığı görüldü.
- Çocuklarda ventilatörden ayırma için kademeli ayırma ve spontan soluma denemelerinin birlikte veya ayrı olarak kullanıldığı; Spontan soluma denemesi ile ayırma yönteminde ventilasyon ve yatış süresinin anlamlı ölçüde daha kısa olduğu belirlendi.
- Başarısız ekstübasyon oranlarının dünyada yayınlanmış oranlara benzer olduğu; başarısız ekstübasyonun mortalitede artmaya neden olmadığı ve uzamış entübasyon ile yatış süresinin başarısız ekstübasyon ile ilişkili olduğu anlaşıldı.
- Hastaların neredeyse tamamına sedasyon ve/veya analjezi uygulandığı; bu uygulamaların uzamış entübasyon ve yatış süresi ile ilişkili olduğu görüldü.
- Mekanik ventilatörde izlenen çocukların bir kısmında görülen komplikasyonların mortaliteyi artırmamakla birlikte uzamış yatış ile ilişkili olduğu tesbit edildi.

KAYNAKLAR:

1. **Baker AB.** Artificial respiration, the history of an idea. *Med Hist* 1971;15:336-51
2. **Drinker P, Shaw LA.** An apparatus for the prolonged administration of artificial respiration: I. A design for adults and children. *J Clin Invest* 1929;7:229-47
3. **Emerson H.** Artificial respiration in the treatment of edema of the lungs: a suggestion based on animal experimentation. *Arch Intern Med* 1909;3:368-71
4. **Engstrom CG.** Treatment of severe cases of respiratory paralysis by the Engstrom universal respirator. *Br Med J* 1954;2:665-69
5. **Lasen HC.** A preliminary report on the 1952 epidemic of poliomyelitis in Copenhagen with special reference to the treatment of acute respiratory insufficiency. *Lancet* 1953;1:37-42
6. **Pilbeam SP.** Mechanical ventilation: Physiological and Clinical Application. 2nd Ed. St Louis: Mosby-Year book Inc;1992; p.1
7. **Barach AL, Hylan AB, Petty TL.** Perspective in pressure breathing. *Resp Care* 1975; 20:627-31
8. **Perel A, Stock MC.** Handbook of mechanical ventilatory support. 1st Ed. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1992. p. 3
9. **Kirby RR, Banner MJ, Downs JB.** Ventilatory support. 1st Ed. New York: Churchill Livingstone Inc; 1990. p. 1
10. **Lands LC.** Applying physiology to conventional mechanical ventilation. *Pediatr Respir Rev* 2006;7:33-36
11. **Pilbeam SP, Cairo JM.** Mechanical Ventilation Physiological and Clinical Applications. St Louis: Elsevier; 2006
12. **Lumb AB.** Nunn's Applied Respiratory Physiology. 6th ed: Elsevier; 2005
13. **Demet Demirkol.** Mekanik Ventilasyonda Solunum Mekanikleri. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
14. **Macintyre NR.** Mechanical ventilation: the next 50 years. *Respir Care* 1998;43:490-93
15. **Karaböcüoğlu M.** Çocuklarda Solunum Sıkıntısı ve Yetmezliği. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
16. World Health Organisation. Make every mother and child count. World Health Report 2005. Geneva 2005

17. T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, Başkent Üniversitesi, Ulusal Hastalık Yüğü ve Maliyet Etkililik Projesi; Hastalık Yüğü Final Raporu. Aralık 2004:168
18. **Flori HR, Glidden DV, Rutherford GW.** Pediatric Acute Lung Injury Prospective Evaluation of Risk Factors Associated with Mortality. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:995–1001
19. **Hudson LD, Milberg JA, Anardi D, Maunder RJ.** Clinical risks for development of the acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Care Med* 1995;151:293–301
20. **Greene KE, Peters JI.** Pathophysiology of acute respiratory failure. *Clin Chest Med* 1994;15:1-12
21. **Chernick V, Boat TF.** Acute respiratory failure. In: Chernick V, Kendig EL (eds). *Kendig's Disorders of the Respiratory Tract in Children*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1998. p. 265-87
22. **Karaböcüoğlu M.** Çocuklarda Solunum Sıkıntısı ve Yetmezliği. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). *Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar*. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
23. **Köroğlu TF.** Yüksek Frekanslı Ventilasyon. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). *Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar*. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
24. **Arnold JH.** High-frequency ventilation in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2000;1:93-99
25. **Çıtak A.** Mekanik Ventilasyon Uygulamaları. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). *Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar*. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
26. **Karaböcüoğlu M.** Mekanik Ventilasyon Yöntemleri. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). *Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar*. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
27. **Martin LD, Bratton SL, Walker LK.** Principles and practice of respiratory support and mechanical ventilation. In: Rogers MC (ed). *Textbook of Pediatric Intensive Care*. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996. p. 265-330
28. **Campbell R, Davis B.** Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation: does it matter? *Respir Care* 2002;47:416-26
29. **Putensen C, Hering R, Wrigge H.** Controlled versus assisted mechanical ventilation. *Curr Opin Crit Care* 2002;8:51-57

30. **Rose L, Ed A.** Advanced Modes of Mechanical Ventilation: Implications for Practice AACN Adv Crit Care 2006;17:145-58
31. **Priebe GP, Arnold JH.** High-frequency oscillatory ventilation in pediatric patients. Respir Care Clin N Am 2001;4:633-45
32. **Turner DA, Arnold JH.** Insights in pediatric ventilation: timing of intubation, ventilatory strategies, and weaning. Curr Opin Crit Care 2007;13:57-63
33. **Pinsky MR.** Heart-Lung interactions during positive-pressure ventilation. New Horizons 1994;2:443-456
34. **Grace MP, Greenbaum DM.** Cardiac performance in response to PEEP in patient with cardiac dysfunction. Crit Care Med 1982;20:358-60
35. **Khilnani P.** Complications of mechanical ventilation. In: Khilnani P (eds). Practical approach to pediatric intensive care. New York: Oxford University Pres; 2005. p. 293-95
36. **Kuiper JW, Groeneveld AB, Slutsky AS, Plötz FB.** Mechanical ventilation and acute renal failure. Crit Care Med 2005;33:1408-15
37. **Geiger K, Georgieff M, Lutz H.** Side effect of positive pressure ventilation on hepatic function and splanchnic circulation. Int J Clin Monit Comput 1986;12:103-6
38. **Lain DC, Chaudhary BA, Thorarinsson B, Speir WA.** Auto-PEEP and proximal airway pressures-Need for clarification. Chest 1990;97:771-78
39. **Tuxen DV, Lane S.** The effects of ventilatory pattern on hyperinflation, airway pressures, circulation in mechanical ventilation of patients with severe air-flow obstruction. Am Rev Respir dis 1987;136:872-79
40. **Balentine JB.** Pathology of oxygen toxicity. NewYork Academic Press;1982
41. **Torres A, Aznar R, Gatell JM, Jiménez P.** Incidence, risk and prognosis factors of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients. Am Rev Resp Dis 1990; 142:523-28
42. **Stockwell JA.** Nosocomial infections in the Pediatric Intensive Care Unit: affecting the impact on safety and outcome. Pediatr Crit Care Med 2007;8:S21-36
43. **Dreyfuss D, Saumon G.** Barotrauma is volutrauma but which volume is the one responsible. Intensive Care Med 1992;18:139-41
44. **Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB.** Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. Chest 1997;112:186-92
45. **Kollef MH, Levy NT, Ahrens TS, Schaiff R, et al.** The use of continuous IV sedation is associated with prolongation of mechanical ventilation. Chest 1998;114:541-48

46. **Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernández R, et al.** Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:459-65
47. **Dean Hess.** Ventilator Modes Used in Weaning. *Chest* 2001;120:474-76
48. **Karaböcüoğlu M.** Mekanik Ventilasyondan Ayırma. In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). *Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve uygulamalar*. İstanbul: İstanbul Medikal & Çapa; 2008. p. 331-39
49. **Farias JA, Alia I, Esteban A, et al.** Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 1998; 24:1070-1075
50. **Esteban A, Alia I.** Clinical management of weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 1998;24:999-1008
51. **Öztürk NY.** Mekanik ventilatörden ayırma (=Weaning). In: Karaböcüoğlu M, Köroğlu TF (eds). *Çocuk Mekanik Ventilasyon*. İstanbul: Çağdaş & Çapa; 2003. p. 241-48
52. **Wright J.** The respiration rocking bed in poliomyelitis. *Am J Nurs* 1947;47:454-5
53. **Çelikel T.** *Yogun Bakım Dergisi* 2002;2:225-45
54. **Çelikel T.** Kronik obstrüktif akciğer hastalığında mekanik ventilasyon. In: Umut S, Erdinç E (eds). *Kronik obstrüktif akciğer hastalığı*. İstanbul: Turgut yayıncılık; 2000. p. 136-57
55. **Padman R, Lawless S, Von Nessen S.** Use of BiPAP by nasal mask in the treatment of respiratory insufficiency in pediatric patients: preliminary investigation. *Pediatr Pulmonol* 1994;17:119-23
56. **Baudouin S, Blumenthal S, Cooper B, Davidson C.** Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211
57. **Balcells Ramírez J, López-Herce Cid J, Modesto Alapont V.** Grupo de Respiratorio de la Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. Prevalence of mechanical ventilation in pediatric intensive care units in Spain. *An Pediatr (Barc)* 2004;61:533-41
58. **Andersen EA, Andersen MH, Buchwald FF, Christensen H.** A three year population based survey of paediatric mechanical ventilation in east Denmark. *Dan Med Bull* 2002;49:67-9
59. **Khilnani P, Sarma D, Singh R, Uttam R, et al.** Demographic profile and outcome analysis of a tertiary level pediatric intensive care unit. *Indian J Pediatr* 2004;71:587-91
60. **Farias JA, Frutos F, Esteban A, Casado Flores J.** What is the daily practice of mechanical ventilation in pediatric intensive care units? A multicenter study. *Intensive Care Med* 2004;30:918-25

61. **Farias JA, Retta A, Alia I, Olazarri F, et al.** A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 2001;27:1649-54
62. **Parikh CR, Karnad DR.** Quality, cost, and outcome of intensive care in a public hospital in Bombay, India. *Crit Care Med* 1999;27:1754-59
63. **Earle M, Martinez Natera O, Zaslavsky A, Quinones E, et al.** Outcome of pediatric intensive care at six centers in Mexico and Ecuador. *Crit Care Med* 1997;25:1462-67
64. **Wong DT, Crofts SL, Gomez M, McGuire GP, et al.** Evaluation of predictive ability of APACHE II system and hospital outcome in Canadian intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1995;23:1177-83
65. **Nipshagen MD, Poldermen KH, DeVictor D, Gemke R.** Pediatric Intensive care: result of a European survey. *Intensive Care Med* 2002;28:1797-1803
66. **Folafoluwa M, Odetola O, Sarah J, Gary L, et al.** A national survey of pediatric critical care resources in the United States. *Pediatrics* 2005;115:382-86
67. **Harel Y, Niranjana V, Evans B, Newark NJ.** The current practice patterns of mechanical ventilation for respiratory failure in pediatric patients. *Heart Lung* 1998; 27:238-44
68. **Akingbola OA, Servant GM, Custer JR, Palmisano JM.** Noninvasive bi-level positive pressure ventilation: management of two pediatric patients. *Respir Care* 1993;38:1092-98
69. **Fortenberry JD, Del Toro J, Jefferson LS, Evey L.** Management of pediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bi-level positive pressure nasal mask ventilation. *Chest* 1995;108:1059-64
70. **Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, et al.** Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:896-903
71. **Esteban A, Frutos F, Tobin M, Alia I, et al.** A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1995;332:345-50
72. **Farias JA, Alia I, Retta A, Olazarri F, et al.** An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. *Intensive Care Med* 2002; 28:752-57
73. **Marcin JP, Rutan E, Rapetti PM, Brown JP, et al.** Nurse staffing and unplanned extubation in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med.* 2005;6(3):254-7

74. **Bethese AJ, Perez M, Bak E, Rialp G, et al.** A prospective study of unplanned endotracheal extubation in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1998;26:1180-86
75. **Little LA, Koenig JC, Newth CJL.** Factors affecting accidental extubations in neonatal and pediatric intensive care patients. *Crit Care Med* 1990;18:163-65
76. **Noizet O, Leclerc F, Riou Y, Sadik A.** Weaning from mechanical ventilation in children (except neonates) *Reanim.* 2004; 13:21-8
77. **Thiagarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, et al.** Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1562-66
78. **Baisch SD, Wheeler WB, Kurachek SC, Cornfield DN.** Extubation failure in pediatric intensive care incidence and outcomes *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:312-18
79. **Kress JP, Pohlman A, O'Connor MF, Hall JB.** Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2000;342:1471-1477
80. **Arroliga A, Frutos-Vivar F, Hall J, et al,** for the International Mechanical Ventilation Study Group: Use of sedatives and neuromuscular blockers in a cohort of patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2005; 128:496-506
81. **Twite M, Zuk J, Gralla J, et al.** Correlation of the Bispectral Index Monitor with the COMFORT scale in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6:648-653
82. **Twite MD.** Is there a “right” way to wean my patient from the ventilator? A critical appraisal of Randolph et al: Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: A randomized controlled trial (*JAMA* 2002; 288:2561–2568). *Pediatr Crit Care Med.*2006; 7(6):571-5
83. **Elward AM, Warren DK, Fraser VJ.** Ventilator-associated pneumonia in pediatric intensive care unit patients: risk factors and outcomes. *Pediatrics* 2002;109:758-64
84. **Yogaraj JS, Elward AM, Fraser VJ.** Rate, risk factors, and outcomes of nosocomial primary bloodstream infection in pediatric intensive care unit patients. *Pediatrics* 2002;110:481-85
85. **Stambouly JJ, McLaughlin LL, Mandel FS, Boxer RA.** Complications of care in a pediatric intensive care unit: a prospective study. *Intensive Care Med* 1996;22:1098-104
86. **Fraser J, Mok Q, Tasker RC.** Paediatric intensive care unit bed occupancy by chronically ventilated children in England and Scotland. *BMJ* 1997;315:347-48
87. **Fields AI, Rosenblatt A, Pollack MM, Kaufman J.** Home care cost-effectiveness for respirator technology-dependent children. *Am J Dis Child* 1991;145:729-33

- 88. Ambrosino N, Clini E.** Long-term mechanical ventilation and nutrition. *Respir Med* 2004;98:413-20
- 89. Graham RJ, Fleegler EW, Robinson WM.** Chronic Ventilator Need in the Community: A 2005 Pediatric Census of Massachusetts. *Pediatrics* 2007;119:e1280-e1287
- 90. Slater A, Shann F, Pearson G.** PIM 2: a revised version of the Paediatric Index of Mortality. *Intensive Care Med* 2003;29:278-85
- 91. Andrea Wolfler, Paolo Silvani, Massimo Musicco, Ida Salvo Italian Pediatric Sepsis Study (SISPe) Group.** Pediatric Index of Mortality 2 score in Italy: a multicenter, prospective, observational study. *Intensive Care Med* 2007; 33:1407-1413
- 92. Slater A, Shann F, for the Anzics Paediatric Study Group.** The suitability of the Pediatric Index of Mortality (PIM), PIM2, the Pediatric Risk of Mortality (PRISM), and PRISM III for monitoring the quality of pediatric intensive care in Australia and New Zealand. *Pediatr Crit Care Med* 2004;5:447-454
- 93. Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE.** PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med.* 1996;24:743-752

EK-1. ANKET

ÇOCUKLARDA MEKANİK VENTİLASYON UYGULAMALARI ÇALIŞMA FORMU

I.VENTİLASYON BAŞLANGICINDA DOLACAK KISIM

Adı-soyadı			
(1) Merkez adı		(2) Hastane No (Protokol)	
(3) Doğum Tarihi ____/____/____ GG/AA/YYYY	(4) Vücut ağırlığı ----- kg	(5) Cinsiyet <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> E	(6) Yoğun Bakıma Yatış ____/____/____ GG/AA/YYYY

A. PIM2 Skoruması

<input type="checkbox"/> Hastane içinde veya dışında kardiyak masaj gerektiren kardiyak arrest			1
<input type="checkbox"/> Ağır kombine immün yetersizlik			2
<input type="checkbox"/> İlk indüksiyon tedavisi sonrası Lenfoma/Lösemi			3
<input type="checkbox"/> Spontan Serebral Hemoraji			4
<input type="checkbox"/> Kardiyomyopati veya myokardit			5
<input type="checkbox"/> Hipoplastik sol kalp sendromu			6
<input type="checkbox"/> HIV enfeksiyonu			7
<input type="checkbox"/> Karaciğer Yetmezliği			8
<input type="checkbox"/> Nörodejeneratif bozukluk			9
<input type="checkbox"/> Astım			1
<input type="checkbox"/> Bronşiolit			2
<input type="checkbox"/> Krup			3
<input type="checkbox"/> Obstruktif Uyku Apnesi			4
<input type="checkbox"/> Diabetik Ketoasidoz			5
Yoğun bakımda izlem nedeni elektif mi? (elektif cerrahi sonrası izlem, elektif girişim, monitörizasyon gibi...)	<input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır	
Yoğun bakımda izlem nedeni cerrahi sonrası düzelme, radyolojik girişim veya kardiyak kateter gibi uygulamalar mı?	<input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır	
Yoğun bakımda izlem nedeni kardiyak bypass cerrahisi sonrası takip mi?	<input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır	
Yoğun bakım izleminin ilk 1 saati içerisinde mekanik ventilasyon ihtiyacı oldu mu? (Maske veya nasal CPAP veya BİBAP veya negatif basınçlı ventilasyon)	<input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır	
Yatış sırasında 3mm ve üzerinde bilateral fiks dilate pupil mevcut mu? (ilaç, toksin ve lokal göz hasarı haricinde)	<input type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır	
Yoğun bakım izlemine alınan hastanın <u>ölçülen ilk sistolik kan basıncı:</u>		-----mmHg	
Baz açığı,(arteryel veya kapiller):		-----mmol/L	
PaO2 (Arter/Kapiller): -----mmHg			
eşzamanlı FiO2: % -----			

(7) PIM2 skoru:	
-----------------	--

***** I. VENTİLASYON BAŞLANGICINDA DOLACAK KISIM*****

B. Tanılama	
(8) Ana sorun: <input type="checkbox"/> Cerrahi <input type="checkbox"/> Dahili	(9) Önceki işlevsel durum: <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Kronik hastalık var
C. Mekanik ventilasyon başlama nedeni:	
<input type="checkbox"/> Akut solunum yetersizliği <input type="checkbox"/> Nöromusküler hastalık <input type="checkbox"/> Şok <input type="checkbox"/> Koma-mental durum değişikliği	<input type="checkbox"/> Üst solunum yolu sorunu için <input type="checkbox"/> Kardiyak arrest sonrası durum <input type="checkbox"/> Postoperatif izlem
D. Akut tanılar	
<input type="checkbox"/> Pnömoni <input type="checkbox"/> Bronşiolit <input type="checkbox"/> Astım <input type="checkbox"/> ARDS <input type="checkbox"/> Epiglotit / Krup / Retrofarengeal apse <input type="checkbox"/> Menenjit / Ensefalit <input type="checkbox"/> Konvülsiyon/status epileptikus <input type="checkbox"/> Diyabetik ketoasidoz <input type="checkbox"/> Hipoksik iskemik ensefalopati <input type="checkbox"/> Sepsis /septik şok <input type="checkbox"/> Kardiyojenik şok	<input type="checkbox"/> Doğuştan kalp hastalığı <input type="checkbox"/> Son 24 h CPR <input type="checkbox"/> Transplant <input type="checkbox"/> Travma <input type="checkbox"/> Malinite <input type="checkbox"/> Akut karaciğer yetmezliği <input type="checkbox"/> Zehirlenme <input type="checkbox"/> Diğer (Belirtiniz):
E. Kronik tanılar	
<input type="checkbox"/> Kromozom anomalisi <input type="checkbox"/> Malinite <input type="checkbox"/> Konjenital kalp hastalığı <input type="checkbox"/> SSS patolojisi (hidrosefali, ensefalopati, yapısal, serebral palsy vd)	<input type="checkbox"/> Kalıtsal metabolik hastalık <input type="checkbox"/> Nöromusküler hastalık <input type="checkbox"/> Kronik akciğer hastalığı <input type="checkbox"/> Diğer (Belirtiniz):

(10) Entübasyon/Ventilasyon şekli: <input type="checkbox"/> Orotrakeal <input type="checkbox"/> Nazotrakeal <input type="checkbox"/> Yüz Maskesi <input type="checkbox"/> Trakeostomi	(11) ETT türü: <input type="checkbox"/> Kufflu <input type="checkbox"/> Kuffsız
(12) Ventilasyon başlama tarihi: ____/____/____ GG/AA/YYYY	(13) Trakeostomi açıldıysa tarihi: ____/____/____ GG/AA/YYYY

F. Kullanılan Ventilatör marka-model	
Dräger	
<input type="checkbox"/> Babylog 8000 <input type="checkbox"/> Evita 2 <input type="checkbox"/> Evita 4 <input type="checkbox"/> Evita XL <input type="checkbox"/> Diğer.....	
Siemens/Maqet	
<input type="checkbox"/> Servo 900 <input type="checkbox"/> Servo 300 <input type="checkbox"/> Servo – i <input type="checkbox"/> Diğer.....	
Hamilton	
<input type="checkbox"/> Galileo Classic <input type="checkbox"/> Galileo Gold <input type="checkbox"/> G5 <input type="checkbox"/> Diğer.....	
Viasys	
<input type="checkbox"/> Avea <input type="checkbox"/> HFOV 3100 <input type="checkbox"/> Diğer	

Newport

E150

Diğer.....

Diğer (belirtiniz):

*****II. GÜNLÜK DOLDURULACAK KISIM*****

G ün	Vent. modu **	PIP cmH ₂ O	PS cmH ₂ O	Ekshl. VT mL	f ss/dk Ayarlı değer	PEEP cmH ₂ O	FiO ₂	ETCO ₂	Kan Gazı A/V/K ***	pH	PCO ₂	PaO ₂	HCO ₃
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													

* İlk giriş, entübasyondan sonraki ilk kan gazı değerleri ve o sıradaki ventilatör ayarları olacaktır.

**** Ventilasyon modu kodları:**

- (A) Basınç Kontrol SIMV ± PS
(B) Basınç kontrol CMV veya A/C
(C) Volüm kontrol SIMV ± PS/VS
(D) CPAP ± PS
(E) PRVC (F) ASV

- (G) BİPAP
(H) HFOV

Not: Ventilasyon modları parantez içerisinde belirtilen kodlarla ifade edilecektir.
Kullanılan diğer ventilasyon modları ise isim olarak belirtilecektir.
******* Kan gazları A(Arteriyel), V(Venöz), K(Kapiller) olarak belirtilecektir

***** III. YBÜ'DEN ÇIKIŞTA VEY****A. Kısa süreli olanlar dahil hasta izlemi boyunca kullanılan mekanik ventilasyon modları**

Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Basınç Kontrol SIMV ± PS | <input type="checkbox"/> Basınç kontrol CMV veya A/C |
| <input type="checkbox"/> Volüm kontrol SIMV ± PS/VS | <input type="checkbox"/> CPAP ± PS |
| <input type="checkbox"/> PRVC | <input type="checkbox"/> ASV |
| <input type="checkbox"/> BİPAP | <input type="checkbox"/> Diğer (Belirtiniz): |
| <input type="checkbox"/> HFOV | |

B. Weaning yöntemi ve ventilatör modları

Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz

- | | | |
|---|---|--|
| Günde 1(veya ≥1) kez spontan soluma denemesi | <input type="checkbox"/> CPAP
<input type="checkbox"/> PS | <input type="checkbox"/> T- tüpü
<input type="checkbox"/> Diğer (Belirtiniz): |
| Kademeli olarak ventilatör desteğinin azaltılması | <input type="checkbox"/> SIMV
<input type="checkbox"/> CPAP+PS
<input type="checkbox"/> Diğer (belirtiniz): | <input type="checkbox"/> SIMV+ PS
<input type="checkbox"/> CPAP |

(14) Weaning işlemine başlama tarihi
____/____/____
GG/AA/YYYY

(15) Ekstübasyon tarihi
____/____/____
GG/AA/YYYY

(16) Plansız ekstübasyon oldu mu?
 Evet Hayır

(17) Planlı ekstübasyon sonrası reentübasyon ihtiyacı oldu mu?
 Evet Hayır

(18) Yoğun Bakım Ünitesinden çıkış tarihi
____/____/____
GG/AA/YYYY

(19) Eksitus tarihi
____/____/____
GG/AA/YYYY

C. Mekanik ventilasyon desteği alan hastada karşılaşılan komplikasyonlar

- Atektazi
 Barotravma (pnömotoraks, pnömomediastenum, subkutan amfizem...)
 Ventilatör ilişkili pnömoni
 Kronik akciğer hastalığı
 Trakeal stenoz
 Larengeal veya trakeal granülom
 Vokal kord paralizisi
 Yumuşak (Dudak, damak, dil, hava yolu) doku ülserasyonu
 Diğer (Belirtiniz).....

D. Ventilasyon süresince uygulanan farmakolojik ajanlar

Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz

- | | |
|--|---|
| Sedatif kullanımı | |
| <input type="checkbox"/> Midazolam | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Diğer (belirtiniz): | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| Analjezikler | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Fentanyl | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Morfin | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Diğer (belirtiniz): | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| Nöromusküler bloker ajanlar | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Vekuronyum | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Rokuronyum | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |
| <input type="checkbox"/> Cisatracurium | <input type="checkbox"/> Sürekli infüzyon <input type="checkbox"/> Aralıklı bolus |

Diğer (belirtiniz):

Sürekli infüzyon Aralıklı bolus

*****TEŞEKKÜR EDERİZ*****

EK-2. ÇALIŞMA REHBERİ VE SÖZLÜK

ÇOCUKLARDA MEKANİK VENTİLASYON UYGULAMALARI ÇALIŞMA REHBERİ

GENEL KURALLAR

1. Araştırma, 1 ay sürecektir.
2. Araştırma boyunca Çocuk Yoğun Bakım Ünitelerinde ventilatöre bağlanan her hasta çalışmaya alınmalıdır. Seçim yapılmamalıdır.
3. Çalışma her merkezde bir yetkili veya onun öngördüğü hekim tarafından yürütülmeli; çalışma yapıldığı yaklaşım değişikliğine neden olmamak için mümkün olduğunca diğer çalışanlara açıklanmamalıdır.
4. Merkeze iletilmeden önce her formda ad-soyadın üstü çizilerek okunmaz hale getirilmelidir. Tanımlama için hastane protokol numarası kullanılacaktır.
5. Çalışmaya 1 ay-18 yaş arası, medikal veya cerrahi sorunu olan, Çocuk Yoğun Bakım Ünitesinde ventilatörde izlenen hastalar alınacaktır.
6. Çalışmaya alınacak hastalar en fazla 28 gün izlenecektir.
7. Çalışma için PIM-2 skora yapılabilmektedir. Bunun için formda gerekli olan seçenekleri işaretleyiniz. Skor tarafımızdan hesaplanacaktır.
8. Çalışmaya en az 12 saat süreyle mekanik ventilasyon desteği alan hastalar alınacaktır.
9. İzlem süresince, gün içerisinde alınan ilk kan gazı ölçümü ve o sıradaki ventilatör parametreleri forma kaydedilmelidir.

FORMUN DOLDURULMASI

I. Ventilasyon Başlangıcında Doldurulacak Kısım

A. PIM-2 skorunun hesaplanması için gerekli bilgiler çalışma formunda maddeler halinde sorgulanmıştır. Sistolik kan basıncı, pupil cevabı, PaO₂, baz açığı, mekanik ventilasyon ihtiyacı, cerrahi sonrasındaki durum, yüksek ya da düşük riskli hastalığa sahip olma gibi değişkenleri içeren seçenekler tarafınızca işaretlenmelidir. Değişkenlerin varolup olmamasına göre belirli çarpanlar kullanılarak logaritmik bir hesap ile tahmini mortalite değeri bulunacaktır.

Sistolik kan basıncı değeri;

- Kardiak arrest nedeniyle kan basıncının ölçülememesi durumunda “ 0”
- Hastanın şokta olması ve kan basıncının ölçülemeyecek kadar düşük olması durumunda “30 mmHg”
- Bilinmemesi halinde ise “ 120 mmHg” olarak kabul edilecektir.

B. Hastaların mekanik ventilasyon desteği gerektiren cerrahi problemi olup olmadığı ve önceki işlevsel durumu işaretlenmelidir.

C. Mekanik ventilasyon desteğine başlama endikasyonları işaretlenmelidir.

D. Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesinde izlenen hastaların akut tanıları(yatış nedenleri) işaretlenmelidir (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz).

E. Pediatrik Yoğun Bakım Ünitesinde izlenen hastaların kronik tanı veya tanıları işaretlenmelidir.

F. Hasta izlemi süresince, mekanik ventilasyon desteği için kullanılan ventilatörlerin marka ve modelleri belirtilmelidir (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz).

II. Ventilasyon Sırasında Günlük Doldurulacak Kısım

1. Yoğun Bakım Ünitesine 1 ay boyunca kabul edilen ve mekanik ventilasyon desteği alan (≥ 12 saat süreyle) hastalar en fazla 28 gün süreyle takip edilmelidir.

2. İzlem süresince, gün içerisinde alınan ilk kan gazı ölçümü ve o sıradaki ventilatör parametreleri kaydedilmelidir.

* Entübasyondan sonraki ilk kan gazı değerleri ve o sıradaki ventilatör ayarları belirtilmelidir.

** Ventilasyon yöntemleri (ventilatör modları) aşağıda belirtilen kodlar kullanılarak ilgili sütuna kaydedilmelidir. Kullanılan diğer ventilatör modları isim olarak belirtilmelidir.

Ventilasyon Mod Kodları

(A) Basınç kontrol SIMV \pm PS

(B) Basınç kontrol CMV veya A/C

(C) Volum kontrol SIMV \pm PS/VS

(D) CPAP \pm PS

(E) PRVC

(F) ASV

(G) BİBAP

(H) HFOV

*** Kan gazları, ilgili bölümde A (Arteriyel), V(Venöz), K(Kapiller) olarak belirtilmelidir.

III. YBÜ'den Çıkışta (veya eks sonrası) veya 28.Gün Doldurulacak Kısım

- A.** Hasta izlemi boyunca kullanılan (kısa süreli olanlar dahil) tüm mekanik ventilasyon modları işaretlenmelidir.
- B.** Ekstübasyon planlaması sürecinde kullanılan weaning yöntemleri ve ventilatör modları belirtilmelidir (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz).
- C.** Mekanik ventilasyon desteğine bağlı olarak gelişen tüm komplikasyonlar ilgili bölümde belirtilmelidir.
- D.** Ventilasyon süresince uygulanan farmakolojik ajanlar (Vazoaktif, sedatif, analjezik ajanlar ve nöromuskuler blokerler) ve farmakolojik ajanların uygulama şekilleri (sürekli infüzyon, aralıklı bolus) işaretlenmelidir.

NOT: Hasta yoğun bakım ünitesinden çıktıktan sonra aynı veya farklı bir nedenle geri geldiyse yeni hasta gibi davranılmalıdır.

SÖZLÜK

VSV(Volume Support Ventilation) : Volüm destekli ventilasyon

PSV(Pressure Support Ventilation): Basınç destekli ventilasyon

VCV(Volume Control Ventilation): Hacim kontrollü ventilasyon

PCV(Pressure Control Ventilation): Basınç kontrollü ventilasyon

IMV (İntermittant Mandatory Ventilation): Aralıklı zorunlu ventilasyon

SIMV(Senkronize İntermittant Ventilation) : Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon

SIMV/PS: Senkronize aralıklı zorunlu solunum ve basınç destekli ventilasyon

A/C(Asist/Control ventilation): Yardımlı/ kontrollü ventilasyon

PRVC(Pressure Regulated Volume Control): Basınç düzenlemeli hacim kontrol

VAPS(Volume Assured Pressure Support): Hacim garantili basınç destek

CPAP(Continous Positive Airway Pressure): Sürekli pozitif havayolu basıncı

BİBAP(Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure) : İki düzeyli pozitif havayolu basıncı

APRV(Airway Pressure Release Ventilation): Havayolu basınç boşaltmalı ventilasyon

ASV (Adaptive Support Ventilation): Uyumlu destek ventilasyon

HFOV(High Frequency Oscillatory Ventilation) : Yüksek frekanslı osilatuar ventilasyon