

**T.C. HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK AKIMLI NAZAL KANÜL İLE NONİNVAZİV
MEKANİK VENTİLASYON YÖNTEMLERİNİN
EKSTÜBASYON VE MEKANİK VENTİLASYON
DESTEĞİNİN KESİLMESİ SÜREÇLERİNDEKİ
ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Nur Berna ÇELİK ERTAŞ

UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2016

**T.C. HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK AKIMLI NAZAL KANÜL İLE NONİNVAZİV
MEKANİK VENTİLASYON YÖNTEMLERİNİN
EKSTÜBASYON VE MEKANİK VENTİLASYON
DESTEĞİNİN KESİLMESİ SÜREÇLERİNDEKİ
ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Nur Berna ÇELİK ERTAŞ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Benan BAYRAKÇI

ANKARA

2016

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübelerini aktaran Prof. Dr. Benan Bayrakçı'ya,

Tez çalışması boyunca bilgi ve desteklerini esirgemeyen Uzm. Dr. Murat Tanyıldız ve Uzm. Dr. Filiz Yetimakman'a,

Tüm eğitim yaşamım boyunca sevgi, şefkat ve ilgileri ile hep yanımda olan, desteklerini esirgemeyen canım ailem annem, babam ve ablama,

Çalışkanlığı ile örnek aldığım, hayatıma renk katan, desteğini esirgemeyen sevgili eşim Erkan Sabri Ertaş'a,

Tez hazırlama ve yazım süresi boyunca kendisini sabırsızlıkla beklediğim oğlum Yusuf Mert'e

Sonsuz teşekkürler..

ÖZET

Çelik, NB. Yüksek akımlı nazal kanül ile noninvaziv mekanik ventilasyon yöntemlerinin ekstübasyon ve mekanik ventilasyon desteğinin kesilmesi süreçlerindeki etkinliklerinin karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Tezi, Ankara, 2016. Başarısız ekstübasyon; reentübasyon ve mekanik ventilatörde, yoğun bakım ünitesi ve hastanede uzamış kalış süresine, maliyette artışa neden olarak mortalite ve morbiditenin artması ile sonuçlanmaktadır. Nöromuskuler ve kardiyak hastalık, cerrahi ve medikal nedenlere bağlı havayolu anomalileri, uzamış entübasyona bağlı oluşan laringeal hasar gibi komorbid hastalığı olan kişilerde insidansının arttığı görülmektedir. Ekstübasyon sonrasında maske ile oksijen desteği yanında ekstübasyon başarısını arttırmak için noninvaziv mekanik ventilasyon (NIMV) ve son dönemlerde de yüksek akımlı nazal kanül (HFNC) uygulanmaktadır. Yüksek akımlı nazal kanül öncelikle yenidoğan ünitelerinde kullanılmış, çocuk ünitelerinde kullanım alanı ise daha yakın dönemde başlamakla birlikte özellikle bronşioliti olan çocuklarla sınırlı kalmıştır. Çalışmamızda ekstübasyon başarısının değerlendirilmesinde HFNC ile NIMV'nin karşılaştırılmasının araştırılması amaçlanmıştır. Bu konuda literatürde yapılan çalışmalar erişkin hasta gruplarını içermektedir. Çalışmaya Kasım 2009-Şubat 2015 tarihleri arasında NIMV uygulanan 24 hasta ile Şubat 2015-Şubat 2016 tarihleri arasında HFNC uygulanan 36 hasta dahil edilmiş olup hastalar demografik özellikleri, komorbid hastalıkları, entübasyon nedenleri, PRISM (*Pediatric Risk of Mortality Score*) ve PELOD (*Pediatric Logistic Organ Dysfunction*) skorları, oksijenizasyon indeksi, inotrop skoru, mekanik ventilatörde kalış süreleri, mekanik ventilatör modları, yoğun bakım ve hastanede kalış süreleri, HFNC ve NIMV'de izlem süresince Modifiye Downes-Silverman Skoru (MDS) ve reentübasyon ile trakeostomi açılması, mortalite gibi komplikasyonlar açısından incelenmiştir. İki grup arasında Ekstübasyon başarısı ($p=0.167$), trakeostomi ($p=1.0$) ve mortalite oranları ($p=1.0$), yoğun bakımda kalış süreleri ($p=0.215$) ile 48 saatlik süre içerisinde kan gazı parametreleri ve MDS skorundaki değişim ($p=0.809$) açısından fark saptanmamıştır. HFNC, ekstübasyon başarısının artırılmasında NIMV'nun alternatifi olarak kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Yüksek akımlı nazal kanül, noninvaziv mekanik ventilasyon, çocuk, ekstübasyon.

ABSTRACT

Çelik, NB. Comparison efficiency of high flow nasal cannula with non invasive mechanical ventilation methods in the extubation and cutting process mechanical ventilation support. Hacettepe University Faculty of Medicine, Thesis in Pediatrics. Ankara, 2016. Failed extubation; causing reintubation and an increase in prolonged length of stay in mechanical ventilator, intensive care unit and hospital, costs, resulting in increased morbidity and mortality. In individuals with comorbid conditions with such as neuromuscular and cardiac diseases, airway abnormalities due to medical and surgical reasons, prolonged intubation induced laryngeal damage incidence has increased. Besides the support with oxygen mask after extubation, noninvasive mechanical ventilation (NIMV) and in the last period high flow nasal cannula (HFNC) is used in order to increase the success of extubation. High-flow nasal cannula are used in neonatal intensive care units in particular, while the field of use in children's units began more recently and it has been especially limited to children with bronchiolitis. This study aimed to investigate the comparison of NIMV with HFNC in order to evaluate the extubation success. The studies in the literature on this subject includes adult patient groups. Twenty four patients who were applied NIMV between november 2009-february 2015 and 36 patients who were applied HFNC between february 2015-february 2016 were enrolled in the study. Patients' demographic characteristics, comorbid diseases, intubation causes, PRISM (*Pediatric Risk of Mortality Score*) and PELOD (*Pediatric Logistic Organ Disfunction*) scores, oxygenation index, inotropic score, mechanical ventilation length of stay, mechanical ventilation modes, ICU and hospital length of stay, during follow-up in HFNC and NIMV modified Downes-Silverman Score (MDS) and complications such as reintubation, tracheostomy, mortality were investigated. There was no significant difference between txo groups in extubation success ($p=0.167$), tracheostomy ($p=1.0$) and mortality rates ($p=1.0$), length of stay in intensive care ($p=0.215$) and in 48 hours change in blood gas parameters and the MDS scores ($p=0.809$). HFNC can be used as an alternative of NIMV to enhance extubation success.

Key words: High-flow nasal cannula, noninvasive mechanical ventilation, children, extubation.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Solunum Sıkıntısı ve Solunum Yetmezliği	2
2.1.1. Solunum Sıkıntısı	2
2.1.2. Solunum Yetmezliği	3
2.1.3. Solunum Sıkıntısı ve Solunum Yetmezliği Olan Hastanın Monitorizasyonu	6
2.1.4. Hasta Yönetimi	7
2.2. Modifiye-Downes Silverman Skoru	9
2.3. Mekanik Ventilasyon	10
2.3.1. Mekanik Ventilasyonun Fizyolojik Etkileri	11
2.3.2. Mekanik Ventilasyonun Komplikasyonları	12
2.4. Ekstübasyon Tanımı	17
2.5. Weaning Tanımı	18
2.6. Noninvaziv Mekanik Ventilasyon	19
2.6.1. Endikasyonları	19
2.6.2. Uygulama Şekli	20
2.6.3. Komplikasyonlar ve Kontraendikasyonlar	24
2.6.4. Özel Durumlar	24
2.7. Yüksek Akımlı Nazal Kanül	26
2.7.1. HFNC Çalışma Mekanizması	26

2.7.2. HFNC'nin Özel Durumlarda Etkisi	29
2.7.3. HFNC Tedavisinin Avantajları	30
2.7.4. HFNC Tedavisinin Komplikasyonları	31
2.8. Yoğun Bakımda Skorlama Sistemleri	31
2.8.1. PRISM (Pediatric Risk of Mortality)	32
2.8.2. PELOD (Pediatric Logistic Organ Dysfunction)	32
2.9. İnotrop Skoru	32
3. MATERYAL VE METOD	33
3.1. Hasta Grubu ve Verilerin Değerlendirilmesi	33
3.2. İstatistiksel Değerlendirme	36
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	67
EKLER	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

- ADH: Antidiüretik hormon
- ANF: Atrial natriüretik faktör
- ARDS: Akut respiratuar distres sendromu
- BiPAP: Bilevel pozitif hava yolu basıncı
- Cao₂: Arteriyel oksijen içeriği
- CO₂: Karbondioksit
- CPAP: Sürekli pozitif havayolu basıncı
- ÇYBÜ: Çocuk yoğun bakım ünitesi
- EPAP: Ekspiratuar pozitif havayolu basıncı
- ERV: Ekspiratuar rezerv volüm
- FEV₁: Zorlu Ekspiratuar Volüm 1. Saniye
- FiO₂: Solunan havadaki oksijen yüzdesi
- FRC: Fonksiyonel rezidüel kapasite
- HFNC: Yüksek akımlı nazal kanül
- HFOV: Yüksek frekanslı osilatörlü ventilasyon
- IC: İnspiratuar kapasite
- IPAP: İnspiratuar pozitif havayolu basıncı
- IRV: İnspiratuar rezerv volüm
- MAP: Ortalama havayolu basıncı
- MDS: Modifiye Downes-Silverman skoru
- NIMV: Noninvaziv mekanik ventilasyon
- NNBV: Noninvaziv negatif basınçlı ventilasyonun
- NPBV: Noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon
- O₂: Oksijen
- OI: Oksijenizasyon indeksi
- PaCO₂: Arteriel parsiyel karbondioksit basıncı
- PaO₂: Parsiyel arteriyel oksijen basıncı
- Patmos: Atmosferik basınç

PAV: Orantılı destekli ventilasyon

PCV: Basınç kontrollü ventilasyon

PEEP: Pozitif ekspirasyon sonu basınç

PELOD: Pediatric Logistic Organ Dysfunction

pH: Potansiyel hidrojen

PIP: Tepe inspiratuar basınç

Ppl: Plevra basıncı

PRISM: Pediatric Risk of Mortality Score

PSV: Basınç destekli ventilasyon

RSV: Respiratuar sinsitial virüs

RV: Rezidüel volüm

SaO₂: Oksijen satürasyonu

SIMV: Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon

SIMV-P: Basınç kontrollü senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon

SIMV-V: Volüm kontrollü senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon

SIRS: Sistemik inflamatuvar yanıt sendromu

SMA: Spinal muskuler atrofi

TİB: Toraks içi basınç

TLC: Total akciğer kapasitesi

VA: Alveolar ventilasyon

VC: Vital kapasite

Vd: Ölü boşluk

VI: Ventilasyon indeksi

Vt: Tidal volüm

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. NIMV sırasında kullanılan maskelerin şematik gösterimi	21
Şekil 2.2. NIMV’de kullanılan modların şematik gösterimi	23
Şekil 2.3. Yüksek akımlı nazal kanülün şematik gösterimi	27
Şekil 4.1 HFNC ve NIMV grubunda başarı durumuna göre oksijenizasyon indeksinin <i>cut off</i> değerinin <i>ROC</i> analizi ile tesbiti	41
Şekil 4.2 MDS skorlarının zamana göre değişimi	49

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Solunum sıkıntısının respiratuar olmayan nedenleri.	3
Tablo 2.2. Solunum yetmezliğine neden olan anatomik bölgeler	4
Tablo 2.3. Modifiye Downes-Silverman Skoru	10
Tablo 2.4. Mekanik ventilasyon sırasında görülen organ spesifik gastrointestinal yan etkiler	16
Tablo 2.5. Çocuklarda NIMV endikasyonları	20
Tablo 4.1 HFNC ve NIMV gruplarının demografik verileri	37
Tablo 4.2 Mekanik ventilatör modlarının dağılım yüzdesi	38
Tablo 4.3 Mekanik ventilatörde izlem süresi	38
Tablo 4.4. HFNC ve NIMV grubundaki hastaların inotrop skoru, PRISM ve PELOD skorları ile oksijenizasyon indeksleri	40
Tablo 4.5 PRISM, PELOD, oksijenizasyon indeksi ortanca değeri üzerinde olan hastaların cihazda kalış süreleri	41
Tablo 4.6 HFNC ve NIMV gruplarındaki hastaların entübasyon nedenlerine göre sınıflandırılması	42
Tablo 4.7 Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarının demografik bilgileri	44
Tablo 4.8. Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarında kullanılan mekanik ventilatör modları, mekanik ventilatörde izlem süreleri, cihaz uygulaması öncesi ekstübasyon denemesi	45
Tablo 4.9. Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarının inotrop skoru, PRISM ve PELOD skorları ile oksijenizasyon indeksleri	47
Tablo 4.10. HFNC ve NIMV gruplarındaki hastaların cihazdan hemen önceki kan gazı parametreleri ve MDS skoru	49
Tablo 4.11. HFNC ve NIMV gruplarının çalışma sonuçları	52
Tablo 4.12. HFNC ve NIMV gruplarının komplikasyon ve mortalite oranları	53
Tablo 4.13. Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarının çalışma sonuçları	54

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Başarısız ekstübasyon reentübasyon nedeni ile mekanik ventilatörde, yoğun bakım ünitesi ve hastanede uzamış kalış süresine, maliyette artışa neden olarak mortalite ve morbiditenin artması ile sonuçlanmaktadır. Kas güçsüzlüğü, hemodinamik instabilite, psikolojik rahatsızlık hissi, havayolu açıklığını koruma ve sekresyonları temizlemedeki yetersizlik, üst hava yolu darlığı, gaz değişiminde yetersizlik gibi birçok faktör başarısız ekstübasyona neden olmaktadır.

Ekstübasyon sonrasında maske ile oksijen desteği yanı sıra ekstübasyon başarısını arttırmak için NIMV ve son dönemlerde de HFNC uygulanmaktadır. HFNC kullanımı, NIMV kullanımının yaklaşık bir dekat sonrasında denk gelmekle birlikte çocuklarda kullanım alanı özellikle bronşioliti olan çocuklarla sınırlı kalmıştır.

HFNC, hastanın inspiratuar akım hızından daha yüksek bir akım hızında ısıtılmış ve nemlendirilmiş hava ve oksijen karışımı sağlamak üzere tasarlanmıştır. Düşük akımlı oksijenizasyon ya da yüksek konsantrasyonlu oksijen maskeleri ile karşılaştırıldığında HFNC ağız kuruluğu ve solunum sıkıntısı hissini azaltarak hasta toleransını artırır. Nazofarengeal ölü boşluğu yıkayarak alveolar ventilasyona katkıda bulunur. Nazofarenks ile ilişkili olan inspiratuar direncin azalmasına yardımcı olur. Yeterli miktarda ısıtılmış ve nemlendirilmiş gaz sağlayarak pulmoner kompliyansın gelişmesini sağlar. Solunum yükünde azalmaya neden olur. Akciğer gelişimi için pozitif genişleme basıncı sağlar.

Nöromuskuler ve kardiyak hastalık, havayolu anomalileri ve toraks deformiteleri olan kişilerde ekstübasyon başarısızlığı oranı yüksektir ve buna bağlı olarak mortalite ve morbiditede artış görülmektedir. Çalışmamızda ekstübasyon başarısının artırılmasında HFNC ile NIMV uygulamalarının karşılaştırılması planlanmıştır. Bu konuda literatürde yapılan çalışmalar daha çok erişkin hasta gruplarını içermektedir. Bu sayede çocuk yoğun bakım ünitesindeki ekstübasyon başarısı artırılması amaçlanmakta, mortalite ve morbidite ile maliyette azalma sağlanması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Solunum Sıkıntısı ve Solunum Yetmezliği

Solunum sıkıntısı, genellikle anormal solunum paterni belirti ve bulgularını belirtmek için kullanılır. Hastada burun kanadı solunumu, takipne, göğüs duvarında çekilmeler, stridor, inleme, nefes darlığı, hırıltı olması solunum sıkıntısı olarak değerlendirilir.

Solunum yetmezliği, akciğerlerin metabolik ihtiyaçları karşılamak için yeterli oksijen sağlaması (hipoksik solunum yetmezliği) veya karbondioksiti elimine etmesindeki (ventilasyonda yetersizlik) yetersizlik olarak tanımlanır.

Solunum sıkıntısı, solunum sistemi hastalığı olmayan kişilerde ortaya çıkabildiği gibi solunum yetmezliği, solunum sıkıntısı olmayan kişilerde görülebilir.

2.1.1. Solunum Sıkıntısı

Burun kanadı solunumu, özellikle bebeklerde solunum sıkıntısının son derece önemli bir işaretidir ve rahatsızlık, ağrı, yorgunluk ya da solunum güçlüğüne göstergesidir. Uyuşukluk, çevreye ilgisizlik, zayıf ağlama, bitkinlik hiperkarbi ve solunum yetmezliği başlangıcını düşündüren belirtilerdir. [1]

Solunum sayısı ve derinliğindeki değişiklikler akciğer ve akciğer dışı nedenlere bağlı olarak oluşabilir. Pnömoni ve pulmoner ödem gibi azalmış akciğer kompliyansına neden olan durumlarda solunum karakteristik olarak hızlı ve yüzeyledir (azalmış Vt). Astım ve laringotrakeit gibi obstrüktif havayolu hastalıklarında, solunum derin (artmış Vt) ancak daha az hızlıdır. Diğer solunum bulgularının eşlik etmediği hızlı ve derin solunumda, metabolik asidoz (diyabetik ketoasidoz, renal tübüler asidoz) veya solunum merkezi uyarımı (ensefalit, merkezi sinir sistemi uyarıcıları alınması) gibi solunum sıkıntısının solunum sistemine bağlı olmayan nedenleri konusunda uyarıcı olmalıdır. (Tablo 2.1.) [2]

İnterkostal, suprasternal ve subkostal çekilmeler artan nefes alma çabası, zayıf göğüs duvarı ya da her ikisi ile birden ilişkilidir. İnspiratuar stridor toraks girişi üzerindeki, ekspiratuar hışıltı ise toraks girişi altındaki havayolu tıkanıklığını gösterir.

Tablo 2.1. Solunum sıkıntısının respiratuar olmayan nedenleri.

	Örnek	Mekanizma
Kardiyovasküler	Soldan sağa şant Kalp yetmezliği Kardiyojenik şok	Pulmoner kan/ su içeriğinde artış Metabolik asidoz Baroreseptör stimülasyonu
Santral sinir sistemi	Kafa içi basınç artışı Ensefalit Nörojenik pulmoner ödem Toksik ensefalopati	Solunum merkezi stimülasyonu
Metabolik	Diyabetik ketoasidoz Hiperamonemi Organik asidemi	Santral ve periferik kemoreseptörlerin uyarımı
Renal	Renal tübüler asidoz Hipertansiyon	Santral ve periferik kemoreseptörlerin uyarımı Sol ventrikül disfonksiyonu→ Pulmoner kan/ su içeriğinde artış
Sepsis	Toksik şok sendromu Meningokoksemi	Solunum merkezinin sitokin ile uyarılması Şok nedeni ile baroreseptör uyarımı Metabolik asidoz

2.1.2. Solunum Yetmezliği

Solunum yetmezliği, (1) akciğer ve solunum yollarındaki, (2) göğüs duvarı ve solunum kaslarındaki ya da (3) santral ve periferik kemoreseptörlerdeki anormalliklerden kaynaklanabilir. Klinik belirtiler, büyük ölçüde patolojinin yerleşimine bağlıdır. (Tablo 2.2.) Solunum yetmezliği oda havasında solunumda $PaO_2 < 60$ mmHg, asidoza neden olan $PaCO_2 > 50$ mmHg ile sonuçlanan solunum disfonksiyonu olarak tanımlanmasına rağmen hastanın genel durumu, solunum çabası, potansiyel yorgunluk belirtileri kan gazı değerlerinden daha önemli göstergelerdir. [2]

– **Solunum yetmezliği patofizyolojisi**

Solunum yetmezliği hipoksik solunum yetmezliği (oksijenizasyonda yetersizlik) ve hiperkarbik solunum yetmezliği (ventilasyonda yetersizlik) olarak sınıflandırılabilir. Sistemik venöz (pulmoner arter) kan, akciğer kapillerlerinde alveoler gaz ile dengelenip arteriyelize edildikten sonra pulmoner venler tarafından kalbe geri taşınır.

Tablo 2.2. Solunum yetmezliğine neden olan anatomik bölgeler

AKCİĞERLER	SOLUNUM POMPASI
Santral Havayolu Obstruksiyonu Koanal atrezi/Subglottik stenoz Tonsiller adenoid hipertrofisi Retrofaringeal / peritonsiller apse Laringomalazi Epiglottit, laringotrakeit Vokal kord paralizisi Vasküler ring, mediastinal kitle Yabancı cisim aspirasyonu Obstrüktif uyku apnesi	Göğüs Kafesi Kifoskolyoz Diyafram hernisi Yelken göğüs Diyafram evantrasyonu Asfikting torasik distrofi Prune-Belly sendromu Dermatomiyoit Abdominal distansiyon
Periferik Havayolu Obstruksiyonu Astım/Bronşiolit Yabancı cisim aspirasyonu Aspirasyon pnömonisi Kistik fibrozis α 1-Antitripsin eksikliği	Beyin / Beyinsapı Arnold-Chiari malformasyonu Santral hipoventilasyon sendromu Merkezi sinir sistemi depresanları Travma/Kafa içi basınç artışı MSS enfeksiyonu
Alveoler-İnterstisyel Hastalıklar Lober pnömoni Akut respiratuar distres sendromu/ hiyalen membran hastalığı İnterstisyel pnömoni Hidrokarbon pnömonisi Pulmoner kanama /Hemosiderozis	Spinal kord Travma Transvers myelit Spinal muskuler atrofi Poliomyelit Tümör / apse
	Nöromuskuler Frenik sinir hasar/Doğum travması İnfant botulizmi/Myastenia gravis Guillain-Barre sendromu Muskuler distrofi

Arteriel gaz; inhale edilen gazın bileşimi ile alveoler ventilasyon, pulmoner kapiller perfüzyon ve alveolo-kapiller membran difüzyon kapasitesinden etkilenir. Bu adımlardan herhangi birindeki anormallik solunum yetmezliği ile sonuçlanabilir.

Intrapulmoner şant ve venöz karışım veya alveollerden pulmoner kapillerler içine oksijenin yetersiz difüzyonu hipoksik solunum yetmezliği ile sonuçlanır. Bu durum küçük hava yolu obstrüksiyonu, difüzyona karşı artan engel (örneğin interstisyel ödem veya fibrozis gibi) veya alveollerin kollapsı ya da sıvı ile dolduğu koşullarda (örneğin ARDS, pnömoni, atelektazi veya pulmoner ödem) gerçekleşebilir. Çoğu durumda, hipoksik solunum yetmezliği azalmış FRC ile ilişkilidir ve pozitif basınçlı ventilasyon ile düzeltilebilir.

Hiperkarbik solunum yetmezliği, azalmış dakika alveoler ventilasyonu sonucu oluşur. Bu durum santral solunum merkezi bozuklukları, artan ölü boşluk ventilasyonu veya obstrüktif hava yolu hastalığı sonucu oluşabilir.

Ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu, venöz karışım, intrapulmoner şant

O₂ ve CO₂ değişiminin gerçekleşmesi için alveoler gazın pulmoner kapillerlerdeki kan ile etkileşime geçmesi gerekmektedir. Perfüzyonun (Q) ventilasyondan fazla olması durumunda sistemik venöz kanın yetersiz arterielizasyonu gerçekleşir, bu duruma **venöz karışım** adı verilir. Ventile olmayan alanların perfüzyonu sistemik arteriel dolaşıma sistemik venöz kanın geçişine neden olarak **intrapulmoner şant** oluşumu ile sonuçlanır. Tersine ventilasyonun perfüzyondan fazla olması gaz değişimine katkıda bulunmaz ve bu duruma **ölü boşluk ventilasyonu** denir.

Normal Vd/Vt 0.33 civarındadır. Pulmoner hipertansiyon, hipovolemi, azalmış kardiyak output gibi perfüzyonda azalmaya neden olan durumlarda Vd/Vt oranı artar. Venöz karışım ve intrapulmoner şant ağırlıklı olarak oksijenizasyonu etkiler ve PCO₂'de yükselmeye neden olmadan PAo₂-Pao₂ (A-AO₂) gradyanında artışa neden olur. [2]

Difüzyon

Difüzyon alanı iltihap hücreleri ya da sıvı ile dolduğunda difüzyon bozulur. CO₂'nin difüzyon kapasitesi O₂'den 20 kat daha fazla olması nedeni ile difüzyon

bozukluklarında hiperkarbiden ziyade hipoksemi görülür. Difüzyonu bozan hastalıklarda hiperkarbinin varlığı solunum yolu obstruksiyonu, yorgunluk ya da merkezi sinir sistemi depresyonunun eşlik ettiği alveoler hipoventilasyonu gösterir.

2.1.3. Solunum Sıkıntısı ve Solunum Yetmezliği Olan Hastanın Monitorizasyonu

– Klinik izlem

Klinik izlem monitorizasyonun en önemli bileşenidir. Klinik bulguların varlığı ve şiddeti, zamanla değişimi, tedaviye yanıtı tanı ve tedavide en önemli yol göstericilerdir.

Pulse oksimetre: Oksijenizasyonu izlemek için en yaygın kullanılan tekniktir. İnvaziv olmayan ve güvenli bu yöntem, hasta transportu, sedasyon, cerrahi ve kritik hastalık sırasında bakım standardıdır.

Kapnograf (end-tidal CO₂ ölçümü): Ventilasyon ve pulmoner dolaşımın yeterliliğini belirlemede kullanılır.

– Kan gazı değerlendirmesi

Arteriel kan gazı analizi solunum sıkıntısı ve yetmezliği olan bir çocuğun tanısı, takibi ve yönetimi konusunda değerli bir destek sunmaktadır.

– Oksijenizasyon ve ventilasyon defisitinin belirlenmesi

Oksijenizasyon ve ventilasyon bozukluğu olan hastaların yönetiminin standardize edilmesi, klinik ilerlemeyi takip etmek ve prognozu belirlemede çeşitli göstergeler kullanılmaktadır.

A-aO₂ gradienti: Alveoler PO₂'den arteriyel PO₂ çıkarılarak (PAO₂-PaO₂) hesaplanır. Karşılaştırmanın geçerli olabilmesi için aynı FiO₂ (solunan havadaki oksijen yüzdesi) değeri olmalıdır.

PaO₂/FiO₂ oranı: Arteriyel PO₂'nin FiO₂ tarafından bölünmesiyle hesaplanır. Hipoksik solunum yetmezliğinde, PaO₂/FiO₂ değerinin <300 olması akut akciğer hasarı ile, <200 olması ise ARDS ile uyumludur.

Oksijenizasyon indeksi (OI): Ortalama havayolu basıncı (MAP) ve FiO₂ gibi oksijenizasyonu iyileştirmeye yönelik terapötik müdahalelerin seviyesini oksijenizasyona standardize etmeyi amaçlar. Hesaplama yöntemi: $OI = (MAP \times \text{İnhale edilen \%O}_2 \div PaO_2)$

Ventilasyon indeksi (VI): PaCO₂'yi düşürmeye yönelik terapötik müdahalelerin (tepe inspiratuar basınç [PIP] ve ventilatör hızı gibi) seviyesini alveoler ventilasyona standardize etmeyi hedefler. Hesaplama yöntemi: $VI = [\text{Ventilator hızı} \times (PIP - PEEP) \times PaCO_2] \div 1000$

2.1.4. Hasta Yönetimi

Solunum sıkıntısı ve solunum yetmezliği olan hastada amaç hava yolu açıklığının sağlanması, kandan CO₂'in uzaklaştırılması ve yeterli oksijenlenmenin sağlanmasıdır. Başlangıç tedavisi yeterli oksijenizasyon sağlamaya yönelik olmalıdır. [3]

– Oksijen uygulaması

Oksijen uygulaması, hipoksemik solunum yetmezliği için en az invaziv ve en kolay tolere edilen tedavidir. *Nazal kanül*, düşük seviyelerde oksijen takviyesi sağlar ve uygulaması kolaydır. Çocuklarda, <5 L/dak en sık kullanılan akış oranıdır, çünkü daha yüksek oranlarda burunda tahrişe neden olur. Sağlanan FiO₂ değeri % 23 ve % 40 arasındadır. Ancak bu FiO₂ değeri çocuğun büyüklüğü, solunum hızı ve tidal volümüne göre değişir. [2]

Alternatif olarak, etrafında açık bağlantı noktaları olan ve valfsiz *basit maske* kullanılabilir. Maskenin uyum, boyut ve çocuğun dakika hacim ventilasyonuna bağlı olarak değişen miktarlarda oda havası, bağlantı noktaları üzerinden ve maske yan

tarafından girer. Oksijen akım oranları 5-10 L/dk ve verilen FiO_2 değerleri 0.30 ile 0.65 arasında değişir.

Venturi maskesi, maske ve rezervuar sistemi kullanarak rezervuar içine yüksek akımlı oksijen ve oda havası girişi sağlayarak önceden ayarlanmış miktarlarda oksijenin verilmesini sağlar. Her rezervuara bitişik adaptör tarafından oda havası girişi ve FiO_2 miktarı belirlenir. 5-10 L/dak O_2 akım hızı, istenilen FiO_2 'yi elde etmek ve geri solumayı önlemek için önerilmektedir.

Parsiyel geri solumasız ve geri solumasız maskeler daha yüksek oksijen sağlamak için maske ile birlikte rezervuar haznesi kullanır. Geri solumasız maske 0.95'e kadar FiO_2 sağlayabilir. Parsiyel geri solumasız maskeler ile rezervuar haznesinin kollabe olmasını engelleyecek 10-15 L/dk akım hızı sağlandığında 0.6 FiO_2 verilebilir.

– Havayolu cihazları

Havayolu açıklığının sağlanması yeterli oksijenizasyon ve ventilasyonu sağlamada kritik bir adımdır. Yapay faringeal hava yolları, orofaringeal veya nazofaringeal havayolu tıkanıklığı olan ve ekstratorasik havayolu direnci solunum sıkıntısına neden olan nöromuskuler zayıflığı olan kişilerde yararlı olabilir. Bu amaçla *orofaringeal ve nazofaringeal airway* kullanılabilir.

– İnhale gazlar

Helyum-oksijen karışımı (helioks) hava yolu tıkanıklığının aşılması ve ventilasyonun düzeltilmesinde faydalıdır. Helyum, azota göre çok daha az yoğun ve biraz daha viskozdur. Azotun yerine kullanıldığında, helyum, obstrükte solunum yolu boyunca laminer akışı korumaya yardımcı olarak hava yolu direncini azaltır ve ventilasyonu artırır.

Nitrik oksit (NO), güçlü bir inhale pulmoner vazodilatatördür. Kullanımı pulmoner kan akımını arttırabilir ve V/Q uyumsuzluğunu düzeltebilir.

– Pozitif basınçlı solunum desteği

Noninvaziv pozitif basınçlı solunum desteği, hipoksemik ve hipoventilatuvar solunum yetmezliği tedavisinde faydalıdır. Pozitif hava yolu basıncı, kısmen atelektazik veya dolu alveollerin havalandırılmasına, ekspiryum sonu alveol kapanmasının önlenmesine ve FRC'nin arttırılmasına yardımcı olur. Bu durum, akciğer kompliyans ve hipoksemisini düzelterek intrapulmoner şanti azalır. Buna ek olarak, inspirasyon sırasında pozitif hava yolu basıncı sağlayarak ekstratorasik hava yollarının kollabe olmasını önler. Kompliyansın düzelmesi, havayolu direncinin azalması ile tidal volüm arttırılarak ventilasyona katkıda bulunulur.

Bu amaçla yüksek akımlı nazal kanül, bilevel pozitif hava yolu basıncı (BiPAP) gibi cihazlar kullanılabilir. Bu cihazlarla ilgili ayrıntılı bilgi sonraki sayfalarda bulunmaktadır.

– Endotrakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon

Hipoksemi veya hipoventilasyon, tarif edilen müdahalelere rağmen düzelmezse trakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon uygulaması gereklilik gösterir. Entübasyon için diğer endikasyonlar; nörolojik bozulması olan veya nörolojik bozulma potansiyeli olan hastalar ve hemodinamik olarak stabil olmayan hastalar gibi havayolu açıklığını korumada güçlüğü olan hastaları da içerir.

2.2. Modifiye-Downes Silverman Skoru

Hastaların fizyolojik parametrelerindeki değişiklik, solunum sıkıntısı varlığı ve izlem boyunca değişikliklerini takip etmek amacı ile Downes ve Silverman-Andersen skorlarından oluşan Modifiye Downes-Silverman skoru (MDS) oluşturuldu. Toplam 6 parametreden oluşan ve puanların 0-12 arasında değiştiği skorlamada dördün altı hafif, dört-altı arası orta ve altının üzeri ağır solunum sıkıntısı olarak belirlendi. Retraksiyon, kalp tepe atımı, satürasyon, bilinç durumu parametrelerini içermektedir.

Tablo 2.3. Modifiye Downes-Silverman Skoru

BULGULAR	SKOR		
	0	1	2
İnterkostal/Sternal retraksiyon	Yok	Kostal	Kostal + Sternal
Torako-abdominal ayrışma	Yok	Hafif	Ağır
KTA			
0-1 yaş	<160	160-170	>170
1-6 yaş	<105	105-115	>115
7-10 yaş	<90	90-100	>100
11-18 yaş	<80	80-90	>90
Siyanoz (Satürasyon)	Yok (>%92)	Oda havasında (<%92)	FiO ₂ >0.4 (<%92)
Solunum sayısı			
0-1 yaş	<40	40-70	>70
1-2 yaş	<30	31-60	>60
2-5 yaş	<25	26-50	>50
>5 yaş	<20	21-40	>40
Bilinç durumu	Normal	Deprese / Ajite	Letarji / Komatöz

2.3.Mekanik Ventilasyon

Mekanik ventilasyon başlangıç kararı temel olarak akciğer fonksiyonlarına yardımcı olma ihtiyacına dayanır; ancak sol ventrikül performansını desteklemek ve intrakranial hipertansiyon tedavisi de ek endikasyonlardır. Gaz değişimi dengesizliği için mutlak kriterler olmamasına rağmen, >% 60 oksijen solurken PaO₂<60 mmHg olması, PaCO₂>60 mmHg ve pH <7.25 olması mekanik ventilasyona başlama endikasyonları kabul edilir. Yeterli gaz değişimi olmasına rağmen yorgunluk ve tükenme belirtilerinin olması da endikasyonlar arasında bulunmaktadır. Pozitif basınçlı ventilasyon, sol ventrikül ardyükünü azaltabilen önemli araçlardan biri olması nedeni ile sol ventrikül disfonksiyonuna bağlı kardiyojenik şokta kullanılabilir. Mekanik ventilasyon aynı zamanda bilinç değişikliği ya da nöromuskuler disfonksiyon gibi solunum güvencesi olmayan hastalarda da kullanılabilir. [2]

Mekanik ventilasyon, ne gaz değişimini normalleştirmek ne de tedavi amacıyla kullanılır. Mekanik ventilasyonun amacı, hastalık süreci düzelene kadar doku canlılığını sağlamak için yeterli oksijenizasyon ve ventilasyon sağlamak ve terapötik müdahalelerin kaçınılmaz komplikasyonlarını en aza indirmektir. [2]

2.3.1. Mekanik Ventilasyonun Fizyolojik Etkileri

Mekanik ventilasyonun amaçları şu şekilde sıralanabilir:

1. Fizyolojik amaçlar

- a. Akciğer gaz değişimini desteklemek veya sağlamak
 - i. Arteriel oksijenlenmeyi sağlamak (PaO_2 , $PaCO_2$ ve CaO_2 [arteriyel oksijen kontenti])
 - ii. Alveoler ventilasyon ($PaCO_2$ ve pH [potansiyel hidrojen])
- b. Akciğer hacimlerini artırmak
 - i. İnspiryum sonu akciğer hacmi
 - ii. Fonksiyonel rezidüel kapasite
- c. Solunum işini azaltmak veya ortadan kaldırmak
 - i. Solunum kaslarını dinlendirmek

2. Klinik amaçlar

- a. Hipoksemiyi düzeltmek (SaO_2 [oksijen satürasyonu] > %90 olmasını sağlamak)
- b. Akut solunumsal asidozu düzeltmek
- c. Solunum sıkıntısını ortadan kaldırmak
- d. Atelektazileri önlemek veya ortadan kaldırmak
- e. Solunum kasları yorgunluğunu ortadan kaldırmak
- f. Sedasyon ve/veya nöromusküler bloğa olanak sağlamak

- g. Sistemik veya myokardial oksijen tüketimini azaltmak
- h. Kafa içi basıncını düşürmek
- i. Göğüs duvarını stabilize etmek [4]

Bu amaçlarla kullanılan mekanik ventilasyon, akciğerler ve diğer organ sistemleri arasında homeostatik etkileşimlere bağlı olarak neredeyse vücudun bütün organ sistemlerini etkileyebilir.

2.3.2. Mekanik Ventilasyonun Komplikasyonları

Mekanik ventilasyon, yoğun bakımda hayat kurtarıcı en önemli destek tedavilerinden biri olmakla birlikte mortalitesi yüksek çeşitli komplikasyonlara da neden olabilmektedir.

Bu komplikasyonlar yapay hava yoluna, pozitif basınçlı ventilasyona ve bunları sağlamak için kullanılan ilaçlara bağlı ortaya çıkabilir.

– Entübasyon ve Yapay Havayolu Sağlanması Esnasında Ortaya Çıkan Sorunlar

• Hipotansiyon ve Hipoksemi

Entübasyonla ilişkili en sık (%25) bildirilen erken komplikasyon hipotansiyon ve hipoksemidir. Bu hastalarda vazodilatasyona neden olan sedatif ajanların entübasyon için kullanılmasıyla birlikte sempatik tonus kaybolur ve hipotansiyon ortaya çıkar. Başarılı entübasyonu takiben uygulanan pozitif basınçlı ventilasyona bağlı olarak azalan venöz dönüş, hipotansiyonu derinleştirebilir.

Ciddi hipoksemi ise genellikle yetersiz ventilasyon veya uzamış entübasyon girişimi sonucu ortaya çıkar.

• Regürjitasyon ve Aspirasyon

Mide içeriğinin aspirasyonu, uygun şartlarda gerçekleştirilen entübasyonlarda %2-4 arasında bildirilmiştir.

- **Travmatik Hava Yolu Komplikasyonları**

Diş kırılması; dil, dudak, farinks hasarı %13-30 sıklığında görülür. Özofagus ve trakea yırtıkları ise genellikle sert entübasyon tüpü ve zor entübasyonla ilişkili ciddi komplikasyonlardır.

- **Maksiller Sinüzit**

Mekanik ventilatöre bağlı hastaların %20'sinde entübasyon tüpü ve mide sondalarının oral olarak yerleştirildiğinde bile maksiller sinüzit geliştiği, bu oranın nazal yerleşimde %95'e kadar arttığı bildirilmiştir. Bu durum ventilatör ilişkili pnömoni gelişme riskini de artırır.

- **Faringo-Laringeal Disfonksiyon**

Entübasyon süresinden bağımsız olarak, ekstübasyon sonrası boğaz rahatsızlıkları hastaların yaklaşık %40'ında görülür.

- **Larinks Hasarları**

Yapılan çalışmalarda 4 günden uzun süre entübe kalan hastaların büyük çoğunluğunda değişik derecelerde glottis hasarı saptanmıştır.

- **Planlanmamış Ekstübasyon**

Planlanmamış ekstübasyon; self-ekstübasyon ve kazara ekstübasyon olarak ikiye ayrılır. Self-ekstübasyon genellikle ventilatörden ayırmak amacı ile sedasyonu azaltılan hastalarda görülür ve bu grupta reentübasyon oranı düşüktür. Kaza ile ekstübasyonda ise hastalar sedatize olduklarından reentübasyon ihtiyaçları vardır. Reentübe olan hastaların ise yoğun bakım ve hastanede kalış süreleri uzamış, mortalite oranları artmıştır. [5]

- **Mekanik Ventilasyon Uygulaması Esnasında Görülen Komplikasyonlar**

- **Barotravma**

Pozitif basınçlı ventilasyon sırasında solunum yolu epitelinin yırtılması, gazın akciğer parankimine veya plevra boşluğuna kaçmasına neden olur. Akciğer parankimine giren hava, bronkovasküler kılıf boyunca ilerleyerek mediasten, perikard, retroperiton veya periton içinde birikebilir. Eğer gaz distal hava yolundan kaçıp plevra içine girerse

pnömotoraks gelişir. Ventilatöre bağlı barotravma genellikle yüksek hava yolu basınçları ile beraber akciğerlerde aşırı şişme sonucu gelişir.

- **Ventilatör İlişkili Pnömoni**

Ventilatör ilişkili pnömoni, entübasyon sırasında pnömonisi olmayan mekanik ventilasyon uygulanan bir hastada endotrakeal entübasyondan 48 saat sonra gelişen yoğun bakımların sık ve maliyeti yüksek komplikasyonudur.

Ventilatör ilişkili pnömoni çocuklarda, daha uzun antibiyotik kullanımı, daha uzun mekanik ventilatörde kalış ve daha yüksek mortalite ile ilişkilidir.

Entübasyon işlemi alt solunum yolunu koruyan anatomik bariyer bütünlüğünü bozarken; sedasyon, kas gevşetici ve mukozal travma ise öksürük refleksi ve mukosilier klirensi baskılar. [6]

- **Ventilatör İlişkili Akciğer Hasarı**

Mekanik ventilatörler akciğer hasarı ve inflamasyonunu alevlendirebilir, hatta inflamasyonu başlatıcı neden olabilir. Yapılan bir çalışma akciğer dışı nedenlerle mekanik ventilasyon desteğine ihtiyaç duyan hastalarda yüksek tidal volüm uygulamasının akciğer hasarı gelişimi açısından bağımsız risk faktörü olduğunu göstermiştir. [7] Yüksek tidal volümün barotravma, volütravma, atelettotravma ve biotravmaya neden olduğu anlaşılmıştır.

PEEP uygulanmaksızın yapılan ventilasyonda, alveollerin döngüsel açılıp kapanmaları atelettotravmaya neden olarak akciğerlere hasar vermektedir. Ayrıca inflamatuvar mediyatörler ve mikroorganizmalar artmış alveol ve kapiller geçirgenliğe bağlı olarak sistemik dolaşıma geçmekte ve çoklu organ yetmezliği gelişimine katkıda bulunmaktadır (biotravma). [8]

- **Oksijen Toksisitesi**

Yüksek konsantrasyonda, 48 saatten uzun süre oksijene maruz kalmanın yaygın alveol hasarına neden olduğu bilinmektedir. Bunun dışında uzun süreli, yüksek konsantrasyonda oksijen kullanılması immün yanıtı baskılayarak enfeksiyon sıklığında artışa neden olmaktadır.

- **Ventilatör İlişkili Diyafragma İşlev Bozukluğu**

Mekanik ventilasyon uygulanan birçok yoğun bakım hastasında, diyafram kasının güçsüzlüğü görülmektedir. Özellikle deneysel hayvan modellerinde mekanik ventilasyonun diyafram kas liflerinde hasara ve atrofiye neden olduğu gösterilmiştir. Bu durum, diyafram kasının hastaları mekanik ventilasyondan ayırmada oynadığı kritik rol nedeniyle çok önemlidir.

- **Uyku Bozukluğu**

Sağlıklı gönüllüler ve hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, uykunun kesintiye uğraması sonucu azalan uyku kalitesi ile birlikte protein ve karbonhidrat metabolizmalarında, lenfosit ve nötrofil fonksiyonlarında bozulmaların meydana geldiği gösterilmiştir. Yoğun bakımda da mekanik ventilatör uygulanan hastalarda ventilatör alarmları ile aspirasyon, nebulizasyon uygulaması gibi nedenlerle hasta uykusu bölünmekte ve bu durum ciddi metabolik, nöropsikiyatrik sorunlara neden olabilmektedir.

- **Mekanik Ventilasyonun Fizyolojik Etkisi İle İlişkili Komplikasyonlar**

Günümüzde yoğun bakımlarda kullanılan pozitif basınçlı mekanik ventilatörlerin sistemler üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır.

- **Kardiyovasküler Yan Etkiler**

Pozitif basınçlı ventilasyon uygulaması, kalp-akciğer etkileşiminde hastanın hemodinamisini bozarak mortaliteye neden olacak kadar önemli etkiye sahiptir. Bu yan etki ventilasyonun uygulandığı akut dönemde görülür ve genellikle artmış intratorasik basınç, azalmış venöz dönüş ve azalmış kalp debisi ile ilişkilidir.

Pozitif intratorasik basıncın kardiyovasküler etkileri altta yatan akciğer mekanikleri, PEEP seviyesi, önyük ve ventrikül fonksiyonlarına bağlıdır. Özellikle hipovolemik hastalarda yüksek PEEP düzeyleri ile birlikte uygulanan mekanik ventilasyon, kalp işlevlerinde daha ciddi yan etkiler oluşturur.

- **Gastrointestinal Yan Etkiler**

Mekanik ventilasyonun gastrointestinal olumsuz etki mekanizmalarından en önemlilerinden biri mukozal hipoperfüzyondur. Hipoperfüzyonunun nedeni ise azalmış ortalama arter basıncı ve splanknik vasküler dirençtir. Hipovolemi ve kullanılan opiatlar da hipotansiyonu belirginleştirebilir.

Yüksek düzeyde PEEP ile birlikte mekanik ventilatör aynı zamanda artmış renin-angiotensin-aldosteron aktivitesi ve sempatik aktivasyona bağlı artmış katekolamin düzeyiyle de ilişkilidir. Bu değişiklikler redistribüsyon ve vazokonstriksiyona neden olarak splanknik hipoperfüzyon gelişimine katkıda bulunur. Mekanik ventilatör ilişkili akciğer hasarı sonucu açığa çıkan sitokinler de splanknik hipoperfüzyona neden olabilir ve intestinal düz kas fonksiyonlarını bozabilir.

Tablo 2.4. Mekanik ventilasyon sırasında görülen organ spesifik gastrointestinal yan etkiler

Organlar	Komplikasyonlar
Özefagus ve mide	Eroziv özofajit Gastroözofageal reflü Stres ülseri Bozulmuş gastrik boşalma Enteral beslenme intoleransı
İnce bağırsak ve kolon	Stres ülseri İleus Kolonik psödo-obstrüksiyon Diare Bozulmuş intestinal mikroflora Bakteriel aşırı çoğalma İntestinal luminal toksinler Akut oklüziv olmayan mezenter iskemi riski
Karaciğer	Artmış transaminaz ve/veya bilirubin seviyeleri Bozulmuş hepatik fonksiyon Bozulmuş ilaç metabolizması
Safra kesesi	Atonik safra kesesi Akalkülöz kolesistit riski
Pankreas	Amilaz ve lipaz düzeylerinde asemptomatik artış Akut pankreatit riski

Mekanik ventilasyona uyumu artırmak için kullanılan narkotik analjezik ve benzodiazepinler gastrointestinal sistem motilitesini azaltarak gastrointestinal komplikasyonlara katkıda bulunabilir. Gastrointestinal yan etkiler tablo 2.4'te görülmektedir.

- **Renal Yan Etkiler**

Mekanik ventilasyon uygulaması; arter kan gazları, sistemik ve renal kan akımını etkileyerek ve pulmoner inflamatuvar reaksiyonları tetikleyerek akut böbrek yetmezliğine neden olur.

- **Intrakranial Yan Etkiler**

Serebral kan akımının PaCO₂ değerlerine duyarlı olması nedeni ile mekanik ventilasyon uygulaması sırasındaki kan gazı değişiklikleri intrakranial basınç üzerinde önemli rol oynar. Örneğin hipokapni sonucu gelişen serebral vazokonstriksiyon, serebral kan akımında azalmaya ve intraserebral kan hacmini azaltarak intraserebral basınçta azalmaya neden olur.

Serebral perfüzyon basıncı; ortalama arter basıncı ile intrakranial basınç arasındaki farka eşittir. Dolayısıyla pozitif basınçlı ventilasyon uygulaması sonucu artmış intratorasik basınca bağlı olarak azalan serebral venöz dönüş, intrakranial basınçta artışa ve serebral perfüzyon basıncında azalmaya neden olur. [9]

2.4. Ekstübasyon Tanımı

Ekstübasyon, endotrakeal tüpün ayrılması işlemidir. Ekstübasyon işlemi için spontan ventilasyon, hemodinamik stabilite ve havayolu refleksleri olmalı; solunum yolu sekresyonları ile baş edilebilmelidir. Başarılı ekstübasyon pozitif havayolu basıncı uygulanmaksızın 48 saat süresince spontan ventilasyonun sağlanması olarak tanımlanmaktadır. Ekstübasyon başarısızlığı ekstübasyondan sonraki ilk 6 saat içerisinde

gerçekleşiyorsa erken, 6-24 saat içerisinde gerçekleşiyorsa orta ve 24-48 saat içerisinde gerçekleşiyorsa geç olarak sınıflandırılmaktadır.

2.5.Weaning Tanımı

Mekanik ventilasyon desteğinin aşamalı olarak azaltılması ve kesilmesi işlemine weaning denir. Weaning için standart bir metot bulunmamaktadır ve weaning başlangıç zamanı tartışmalıdır, hastanın ne zaman ekstübe edilebileceğine dair objektif kriter bulunmamaktadır.

Weaning sürecinin uzunluğu çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlar arasında vücut sıvı dengesi, PEEP uygulaması, sedasyon, pulmoner hipertansiyon, diyafram fonksiyonunda değişiklikler, steroid kullanımı, entübasyona neden olan hastalık, kardiyak fonksiyon, nörolojik ve nutrisyonel durum bulunmaktadır.

– Weaning Protokolü

Ekstübasyon öncesi değerlendirmenin en objektif yöntemi spontan solunum testidir. Spontan solunum testi uygulamasından önce hasta havayolu refleksleri ve orofarengial sekresyonlarla baş edebilecek kadar uyanık olmalı ve hemodinamik açıdan stabil olmalıdır. Gaz değişimi $PEEP \leq 5$ mmHg, $FiO_2 < 0.4$ iken $PaO_2 > 60$ mmHg'yi sağlayacak ölçüde yeterli olmalıdır. Bu kriterler varlığında hastaya minimal ya da hiç basınç uygulanmaksızın sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP) uygulanmalıdır. Bu süre içerisinde solunum ya da kardiyovasküler dekompanseasyon gerçekleşmezse ekstübasyon işleminin başarılı olacağı varsayılabilir.

Bazı hasta gruplarında ekstübasyon başarısızlığı oranı yüksektir. Bu hastalarda ekstübasyon başarısını artırmak amacı ile pozitif basınçlı ventilasyonun noninvaziv formu denenebilir.

124 hastanın değerlendirildiği prospektif bir çalışmada ekstübasyon başarısızlığının hasta yaşının 1 ila 3 ay arasında olması, 15 günden uzun süre mekanik ventilasyon desteği alınması, OI'nin 5'in üzerinde olması, ekstübasyondan 24 saat önceki ortalama havayolu basınç değerinin 5 cmH₂O'nun altında olması, inotrop kullanılması, 10 günden uzun süre sedasyon alması, ekstübasyon sonrasındaki FiO₂'nin 0.4'ün üzerinde olması ile ilişkili bulunmuş. Bu çalışmada ekstübasyon başarısızlığı oranı %10.5 olarak saptanmış. [10] 1459 hastanın incelendiği multisentrik, prospektif başka bir çalışmada ekstübasyon başarısızlığı oranı %6.2 olarak saptanırken ekstübasyon başarısını etkileyen faktörler hasta yaşının 24 aydan küçük olması, disgenetik/sendromik hastalığının olması, kronik akciğer ve nörolojik hastalığının olması, medikal veya cerrahi nedenlere bağlı havayolu anomalisinin olması, yoğun bakım ünitesine kabulünde endotrakeal tüp yerleştirilmesi olarak saptanmış. [11] Konjenital kalp hastalarında ekstübasyon başarısızlığı oranının yüksek olduğu gösterilmiştir.

2.6.Noninvaziv Mekanik Ventilasyon

Alveolar ventilasyonun endotrakeal tüp ya da trakeostomi gibi invaziv yöntemler kullanılmadan gerçekleştirilmesinden oluşan noninvaziv mekanik ventilasyonun (NIMV) çocuklardaki kullanımı ilk olarak 1950'li yıllardaki poliomyelit epidemisi sırasında demir akciğer ile başlamıştır.

2.6.1. Endikasyonları

Noninvaziv ventilasyon çocuklarda özellikle şu durumlarda kullanılmaktadır:

- Artmış solunum yükü olan hastalıklar (Kardiyopulmoner hastalıklar, üst hava yolu anomalileri, göğüs duvarı deformiteleri)
- Solunum kas güçsüzlüğü olan hastalıklar (Nöromuskuler hastalıklar, spinal kord yaralanmaları)

- Ventilasyonun anormal nörolojik kontrolü (Konjenital veya kazanılmış alveolar hipoventilasyon sendromu)

Çocuklarda NIMV endikasyonları tablo 2.5’te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Çocuklarda NIMV endikasyonları

Çocuklarda NIMV endikasyonları
Nöromuskuler hastalıklar
Duchenne muskuler distrofi
Spinal Muskuler Atrofi
Nemaline miyopati
Göğüs duvarı ve kosta anomalileri
Progresif juvenil idiopatik skolyoz
Asfiktik torasik distrofi
Kistik fibrosis (Hiperkapninin eşlik ettiği)
Obezite ilişkili ventilasyon hastalıkları
Prader-Willi Sendromu
Morbid obezite ile obstruktif uyku apnesi
Overlap sendromlar (Restriktif pulmoner hastalıklarla birlikte üst havayolu obstrüksiyonu)
Spina bifida (pulmoner komplikasyonlar, Arnold-Chiari malformasyonu, restriktif pulmoner disfonksiyon, üst havayolu obstrüksiyonu)
Serebral palsi (laryngeal distoni ve restriktif pulmoner fonksiyonlar)
Üst havayollarının kronik obstrüksiyonu
Down sendromu (maksiller hipoplazi, büyük dil)
Kraniofasial sendromlar (Orta yüz veya mandibular hipoplazi)
Laringotrakeomalazi
Kronik obstruktif havayolu hastalığı
İlerlemiş kistik fibrozis
Santral alveolar hipoventilasyon sendromları
Santral Konjenital Alveolar Hipoventilasyon Sendromu
Santral Sekonder Alveolar Hipoventilasyon
Hızlı Başlangıçlı Obezite Hipoventilasyon, Hipotalamik, Otonomik Disregülasyon Sendromu (ROHHAD)

Noninvaziv ventilasyon kronik solunum yetmezliğini; hipoventilasyonu düzelterek, solunum kas fonksiyonunu düzelterek ve solunum iş yükünü azaltarak düzeltir. Nokturnal hiperkapninin etkin olarak azaltılması spontan solunum sırasında gündüz CO₂ düzeyinde düzelme sağlar.

2.6.2. Uygulama şekli

NIMV; negatif ve pozitif basınçlı ventilasyon olmak üzere iki şekilde uygulanabilir.

– Noninvaziv Negatif Basınçlı Ventilasyon

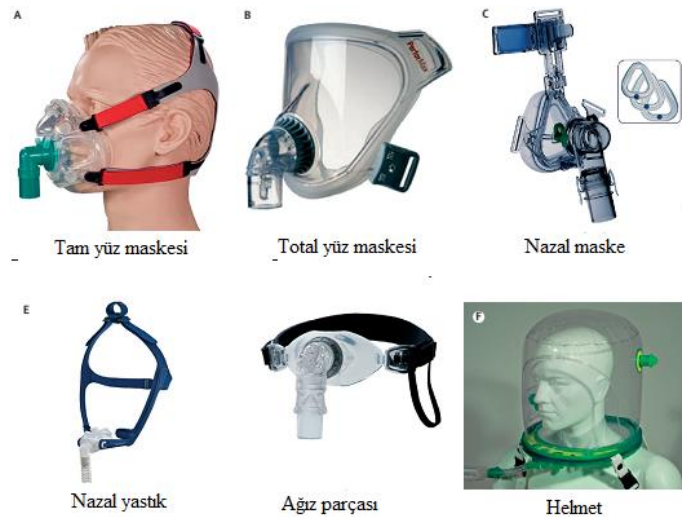
Noninvaziv negatif basınçlı ventilasyonun (NNBV) uygulanması içerisinde demir akciğer, sallanan yatak ve hava kemeri gibi yöntemler bulunmaktadır.

– Noninvaziv Pozitif Basınçlı Ventilasyon

Maskeler

Çocuklarda noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon (NPBV) genellikle nazal maske, yüz maskesi ile uygulanmaktadır. NPBV amacıyla kullanılan cihazın sağladığı pozitif basınç nazal maske dışında oronazal maske (yüz maskesi), nazal yastıkçıklar ya da ağız parçası ile de hastaya uygulanabilmektedir.

Standart bir nazal maske üçgen ya da koni şeklindedir ve basınç burun kemeri üzerine yayılır. Nazal maske ağzın kapalı tutulmasını, dolayısıyla iyi bir kooperasyonu ve nazal pasajın açık olmasını gerektirir. Bu nedenle daha çok kronik solunum yetmezliklerinin uzun dönem tedavisinde kullanılmaktadır. Nazal maskeler rahatlığı, daha az klostrofobiye neden olması, konuşma, oral beslenme ve balgam çıkarmaya olanak



Şekil 2.1. NIMV sırasında kullanılan maskelerin şematik gösterimi

tanınması nedeniyle oronazal maskelere göre daha avantajlı gibi dursa da ağızdan fazla hava kaçağı olması nedeniyle PaCO₂'yi düşürme konusunda fazla etkin değildir.

Oronazal maske, nazal maskeye göre daha az hava kaçağı ve yüksek ventilasyon basıncı sağlar, hastanın ağızdan solumasına olanak verdiğinden, daha az hasta kooperasyonu gerektirir. Bu nedenle akut solunum yetmezliğinde daha çok tercih edilmektedir. Fakat oronazal maske de nazal maskeye göre daha rahatsız edicidir, konuşmayı ve oral alımı engeller, gastrik distansiyona neden olabilir, çocuk kusar ise gastrik içeriği aspire edebilir.

Diğer maske tipleri ise total yüz maskesi ve helmet tipi maskelerdir. Bunların en önemli avantajı burun ve yanaklarda oluşabilecek bası yaralarının engellenmesi ve anatomik zorluklar nedeni ile yüz maskesi uygulanamayacak hastalarda uygulanabilir olmasıdır. Ancak helmet tipi maskelerde ölü boşluğun fazla olması nedeniyle PaCO₂'de yükselme eğilimi vardır.

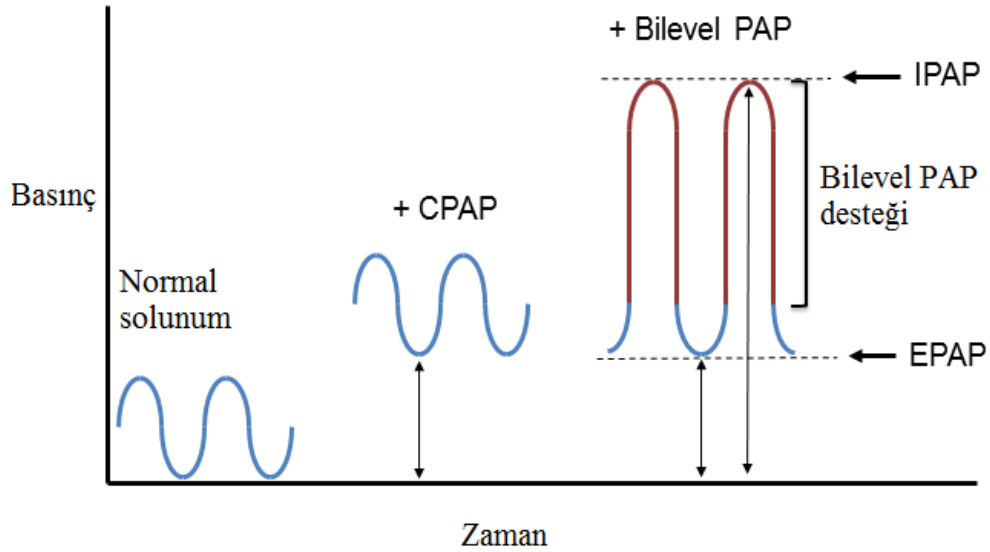
Modlar

CPAP

CPAP, daha önce tanımlanmış basıncın tüm solunum döngüsü boyunca havayoluna verilmesi temeline dayanır. Bu basınç; havayollarını açık tutar, üst solunum yolu gevşetici kaslarını rahatlatır ve diyafram ile üst havayolu inspiratuar kas aktivitesini azaltır. CPAP, üst havayolu enlemesine kesit boyutunu temel olarak lateral doğrultuda genişleterek ve farinks yan duvarını inceleterek üst havayolu kollapsını engelleyen mekanik stent gibi davranır. Etkisi yumuşak damak ve dilde ihmal edilebilir.

CPAP, daha önce tanımlanmış basıncın tüm solunum döngüsü boyunca havayoluna verilmesi temeline dayanır. Bu basınç; havayollarını açık tutar, üst solunum yolu gevşetici kaslarını rahatlatır ve diyafram ile üst havayolu inspiratuar kas aktivitesini azaltır. CPAP, üst havayolu enlemesine kesit boyutunu temel olarak lateral doğrultuda genişleterek ve farinks yan duvarını inceleterek üst havayolu kollapsını engelleyen mekanik stent gibi davranır. Etkisi yumuşak damak ve dilde ihmal edilebilir.

Ek olarak sol ventrikül transmural basıncını azaltarak sol ventrikül ard yükünü azaltır ve kalp debisinin artmasına yardımcı olur. [12]



Şekil 2.2. NIMV’de kullanılan modların şematik gösterimi

Bi-level positive airway pressure

BiPAP, iki farklı seviyede solunum desteği sağlar. Bu metotta havayolu açıklığını korumak için gerekli basınç aynı solunum döngüsü boyunca farklıdır ve inspiratuar fazda daha yüksek inspiratuar pozitif hava yolu basıncı ([IPAP], pozitif inspiratuar basınç [PIP]) gerekirken ekspiratuar fazda daha düşük ekspiratuar pozitif hava yolu basıncı ([EPAP], PEEP, CPAP) gereklidir.

Ekspiratuar basınç, ekshale edilen gazın daha kolay elimine edilmesini sağlar ve CO₂'nin tekrar solunmasını engeller. CPAP'ta belirtildiği gibi EPAP, üst hava yollarının açık kalmasını sağlar; FRC'yi artırır, mikro ve makro atelektazi gelişimi riskini azaltır ve alveollerin solunuma katılmalarını artırır.

Tidal volüm; bu iki basınç arasındaki fark, ventilatör devresi hava akımı direnci, herhangi bir hava akımı kısıtlanması ve akciğer, göğüs duvarı kompliyansına göre belirlenir. [13]

Orantılı destekli ventilasyon (PAV)

Hastanın çabası ile orantılı olarak havayolu basıncının inspiyum akımı ve hacmine göre artırılıp azaltılması esasına dayanır. İspirasyon çabası ventilatör talebi gösterdiğinden PAV fizyolojik solunum şekli sağlar.

2.6.3. Komplikasyonlar ve Kontraendikasyonlar

Kompliyansla ilgili sorunlar nazal semptomlara bağlı olup kuruluk, konjesyon, rinore veya epistaksis gibi yan etkiler görülebilmektedir. Bu belirtiler nemlendirme ve ısıtma yoluyla engellenebilir veya azaltılabilir.

Abdominal distansiyon nadir görülen bir problemdir.

Yaşamın erken dönemlerinde NIMV uygulanan hastalarda orta-yüz bölgesi hipoplazisi görülebilmektedir.

Yakın zamanda geçirilmiş pnömotoraks, yüzde travma veya yanık, yakın dönemde uygulanmış havayolu veya gastrointestinal sistem cerrahisi NIMV kontraendikasyonlarını oluşturmaktadır. [14]

2.6.4. Özel Durumlar

– Kistik Fibrozis

Kistik fibrozisli hastalarda NIMV genellikle kronik solunum yetmezliğinin akut alevlenmelerinde kullanılmaktadır.

Altı hastanın incelendiği vaka serisinde bir hastada kilo alımı, bir hastada FRC'de artış ve iki hastada daha sıvı karakterde balgam saptanmış.[15] Başka bir çalışmada ise dispne hissinde, uyku kalitesinde ve günlük aktiviteleri yapabilme kapasitesinde düzelleme saptanmış. [16]

– **Alt Havayolu Obstruksiyonu**

Yaşları 2-17 arasında yoğun bakım yatış endikasyonu bulunan status astmatikuslu 73 hastanın incelendiği çalışmada NIMV'nin oksijenizasyonu düzelttiği ve sadece 2 hastanın trakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon ihtiyacının olduğu gösterilmiştir. [17]

– **Üst Havayolu Obstruksiyonu**

NIMV üst havayolu obstruksiyonu olan hastalarda kullanılmıştır ancak obstruksiyonu olan havayolunun mekanik ventilatörü tetikleyememesi nedeni ile bu hastalarda senkronizasyon sorunu sık olarak görülmektedir.

– **Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS)**

Çocuklarda ARDS'de NIMV kullanımı ile ilgili çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çok değişkenli analizlerde ARDS'nin NIMV başarısızlığında bağımsız risk faktörü olduğu gösterilmiştir. [18]

– **Postektübasyon Solunum Sıkıntısı/Weaning**

Konjenital kalp hastalığı olan çocuklarda ekstübasyon başarısızlığını engellemek için NIMV kullanımının incelendiği bir çalışmada toplam 221 hasta çalışmaya dahil edilmiş. Hastalar NIMV'ye cevap veren, cevap vermeyen ile proflatik olan ve proflatik olmayan olarak gruplara ayrılmış. Ekstübe edilir edilmez NIMV'ye alınan hastalardan oluşan proflatik grup, proflatik olmayan gruba karşılaştırıldığında proflatik grubun hastanede kalış süresinin daha kısa olduğu saptanmış. [19]

– **İmmün Yetmezliği Olan Hastalar**

Akut solunum yetmezliği olan hematolojik malignensili hastalarda NIMV'nin başarılı kullanımı ile ilgili olgu sunumları bulunmaktadır. Bu sonuçlar invaziv ventilasyona bağlı olarak görülen enfeksiyöz ve kanama komplikasyonlarının görülmemesi, sedasyon ve yoğun bakım ünitesinde kalış sürelerinin kısalması ve enteral ürün kullanımının artması ile ilişkili olarak görülmektedir. [20,21]

– **Santral Hipoventilasyon Sendromu**

Pia Villa ve arkadaşları dört aylık bir hastada geceleri BiPAP kullanımının bu grup hastalarda faydalı olduğunu bildirmişlerdir. [22] Tibbalis ve Henning santral hipoventilasyon sendromu olan 4 çocuktan ikisinde (biri yenidoğan) sütçocuğu döneminden itibaren NIMV'nin kullanılabilceğini, yaşça daha büyük olan diğer iki çocukta da invaziv ventilasyondan NIMV'ye geçiş yapılabileceğini göstermişlerdir [23].

Çocuklarda NIMV'nin Arnold-Chiari malformasyonu ve meningomyeloseli olan hastalarda ya da idiyopatik santral apnesi olan hastalarda kullanımının faydalı olabileceği ileri sürülmektedir. [24]

– **Duchenne Muskuler Distrofi**

Yakın dönemde yapılan bir çalışmada NIMV kullanımı ile nokturnal gaz değişiminde gelişme olduğunu göstermiştir. [25]

– **Spinal Muskuler Atrofi (SMA)**

Göğüs kafesi gelişimini artırmak ve akciğer gelişimini hızlandırmak için mekanik ventilatör desteği erken yaşlarda önerilmiştir. [26]

2.7.Yüksek Akımlı Nazal Kanül

Isıtma (vücut ısısına) ve nemlendirme, oksijen ve hava karışımlarını hastanın inspiratuar akım hızında veya daha fazlasında konforlu bir şekilde almasını sağlar.

Yüksek akımlı nazal kanüller (*High flow nasal cannula*, HFNC), oksijenizasyonu arttırmasının yanında ventilasyon etkinliğini geliştirir, solunum iş yükünü ve entübasyon gereksinimini azaltır.

HFNC kullanımı, neonatal yoğun bakım ünitelerinde prematüre apnesi olan bebeklerde CPAP'ın alternatifi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Solunum sıkıntısı olan bebek ve çocuklarda kullanımını da giderek artmaktadır.

2.7.1. HFNC Çalışma Mekanizması

HFNC birkaç mekanizma üzerinden solunum iş yükünü azaltmakta ve ventilasyon etkinliğini artırmaktadır:

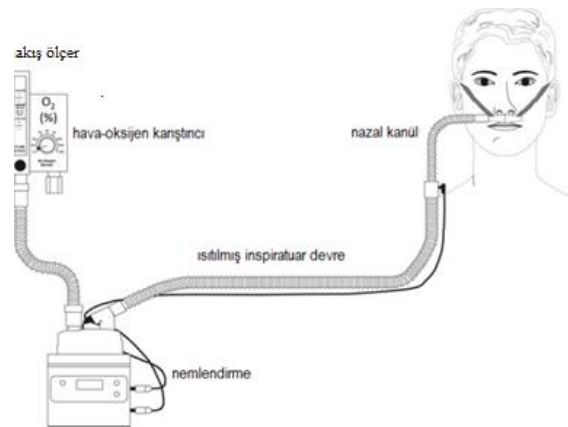
– **Nazofarengeal ölü boşluğu yıkayarak alveolar ventilasyonu artırır.**

Nazofarengeal kavite yıkılarak, tüm ölü boşluk hacmi azaltılmış olur. Böylelikle dakika ventilasyonuna alveolar ventilasyonun katkısı artırılır ve solunum çabasının etkinliği iyileşir.

Ölü boşluk yıkaması için makul başka bir açıklama trakeal gaz insuflasyonudur. Trakeal gaz insuflasyonu ile ölü boşluk yıkaması dakika ventilasyonunu artırarak CO₂ eliminasyonunu teşvik eder. Ölü boşluk azaltılarak, trakeal gaz insuflasyonu pulmoner gaz değişimini kolaylaştırır.

Ölü boşluğun kaldırılmasının oksijenizasyon üzerinde de etkisi vardır. Yapılan bir çalışmada nazofarengeal oksijen konsantrasyonunun yüksek akım hızları ile daha yüksek olduğu gösterilmiştir. [27]

Chatila ve arkadaşlarının egzersiz yapan kronik obstruktif pulmoner hastalığı olan erişkinler üzerinde yaptığı çalışmada yüksek akımlı tedavi ile düşük akımlı nazal kanüllerin oksijenizasyon üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. HFNC kullanan hastalarda daha yüksek arteriel oksijen basıncı sağlanırken solunum hızında azalma olmuştur.



Şekil 2.3. Yüksek akımlı nazal kanülün şematik gösterimi

Yüksek akımlı tedavi alan hastalar daha uzun süre egzersiz yapabilmiş ve tidal volümleri sabit kalır ve solunum sayısı daha az olurken PaCO₂ ve Ph düzeylerini korumuşlardır. [28]

– **Yeterli akım sağlayarak inspiratuar direnci azaltır.**

Yüksek akımlı tedavi, hastanın inspiratuar akım hızına eş ya da akım hızından daha fazla nazofarengeal akım hızı sağlayarak nazofarenksle ilişkili inspiratuar direnci azaltır. Böylelikle rezistif solunum iş yükünde azalma sağlanmış olur.

– **Yeterli miktarda nemlendirilmiş ve ısıtılmış hava sağlayarak pulmoner kompiyans ve iletkenliği iyileştirir.**

Nemlendirilmemiş ve ısıtılmamış hava ile yapılan beş dakikalık ventilasyonda bebeklerin pulmoner kompiyans ve iletkenliğinde azalma olduğu gösterilmiştir. [29] Nazal mukozadaki reseptörler kuru ve soğuk havaya bronkokonstriktör yanıt vermektedir. [30]

Nazal kanül ile solunum desteği alan entübe edilmeyen bebeklerde yüksek akımlı tedavi 5 L/dk akım hızı, 6 cmH₂O basınç sağlayan CPAP'a göre daha fazla kompiyans sağlamaktadır. [31]

– **Metabolik yükte azalmaya neden olur.**

İnspiratuar hava nazal geçiş sırasında 37°C'ye ısıtılır ve %100 relatif nemlendirme sağlanır. Ancak bu sürecin önemli miktarda enerji gerektirdiği düşünülmektedir.

Dakika ventilasyonunun arttığı akciğer patolojilerinde ısıtılması ve nemlendirilmesi gereken gaz hacmi artmıştır. Yüksek akımlı tedaviler, nemlendirilmiş ve ısıtılmış hava sağlayarak oksijen ihtiyacı ve CO₂ üretimini azaltır. Bu görüş, HFNC ile solunum desteği alan bebeklerde kilo artımının olması ile klinik olarak kanıtlanmıştır. [32]

– **Akciğer gelişimi için pozitif genişleme basıncı sağlar**

Akciğerlere genişleme basıncı sağlanarak akciğer kompiyansının optimize edilmesi ve alveol açıklığı sağlanarak gaz değişimine yardımcı olunması solunum mekanizmasını geliştirmektedir. [33] Yüksek akımlı cihazlar, CPAP sağlamak için

tasarlanmamıştır; ancak hava akımı ve nazal prong genişliği hastanın boyutuna uygun şekilde ayarlanırsa genişleme basıncı sağlanabilir.

Yüksek akımlı tedavi, faringeal basınçta klinik olarak anlamlı artış sağlayabilir ve bu basınç, akım ile direkt olarak ilişkili iken hastanın boyutu ile ters orantılıdır. [34]

2.7.2. HFNC'nin Özel Durumlarda Etkisi

– HFNC'nin bronşiolit tedavisinde etkisi

HFNC, bronşiolit tedavisinde etkili yöntemlerden biridir. Bronşiolitte solunum yetmezliğinin önemli sorunlarından biri hipoksemidir ve yüksek konsantrasyonda oksijen tedavisinin konforlu ve tam olarak sağlanması entübasyon ve mekanik ventilasyondan korunmayı sağlayabilmektedir.

Intraluminal mukus ve debris havayolu obstruksiyonu ve rezistansında artışa neden olmaktadır. Isıtılmış ve nemlendirilmiş oksijen intraluminal mukusun azalmasına ve HFNC'den sağlanan PEEP, rezistansın üstesinden gelinmesine yardımcı olmaktadır. Intraluminal obstruksiyon atelektaziye neden olur. Artmış PEEP ise atelektazi gelişimini önler. Artan interstisyel ödem kana oksijen transportunu azaltarak hipoksemik solunum yetmezliğine neden olur. HFNC alt solunum yollarına yüksek konsantrasyonda oksijen sağlanmasında etkilidir. Bütün bu mekanizmalar solunum kası yorgunluğuna neden olur. HFNC ise havayolu rezistansını azaltarak, atelektazi gelişimini engelleyerek, kana oksijen sunumunu arttırarak solunum kası yorgunluğu gelişmesini engeller. Temel olarak küçük havayolu hastalığı olmasına rağmen artan solunum çabası bebeklerde üst havayolu kollapsına neden olur, PEEP ise bu mekanizmayı azaltabilir

Retrospektif çalışmalarda HFNC'nin bronşiolitte güvenli bir solunum desteği yöntemi olduğunu göstermiştir. Yapılan bir çalışmada orta-ağır bronşioliti olan 45 hastaya CPAP tedavisi için yoğun bakım ünitesine yönlendirilmeden önce HFNC tedavisi uygulanmış; CPAP için yoğun bakım ünitesine transfer gereksinimi azalmış. [35] HFNC kullanımı ile entübasyon ihtiyacında azalma olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Amerikan çocuk yoğun bakım ünitelerinde entübasyon ihtiyacı %68 oranında azalırken,

Avustralya’da yapılan başka bir çalışmada beş yıllık süre boyunca entübasyon oranında %37 ile %7 arasında azalma saptanmış. [36]

-Bronşiolit dışında solunum sıkıntısına neden olan durumlarda HFNC’nin etkisi

HFNC’nin kullanımı ile ilgili olarak viral aracılı wheezing, obstruktif uyku apnesi, ekstübasyon sonrası stridor ile ilgili başarılı çalışmalar bulunmaktadır.

Akut solunum yetmezliği (astım, pnömoni, bronşiolit ve krup) olan hastaların incelendiği bir çalışmada yoğun bakım ihtiyacı bulunan hastalara, HFNC uygulaması ile entübasyon gereksinimlerinde %16 ila %8 oranında azalma sağlanmış. [37]

HFNC ile düşük akımlı oksijen tedavisinin post-operatif kardiyak hastalarda ekstübasyon sonrası kullanımının karşılaştırıldığı bir çalışmada PO_2/FiO_2 oranı benzer olmakla birlikte HFNC kullanılan grupta 48 saat süresince daha yüksek olarak saptanmış. HFNC grubunda NIMV ihtiyacı olmazken, düşük akımlı tedavi alan gruptaki 46 hastadan 7’sinin NIMV ihtiyacı olmuş. [38]

– Yüksek akımlı nazal kanülün hasta transportunda kullanımı

793 hastanın sekiz yıllık periyot boyunca incelendiği bir çalışmada, 4 yıllık süre boyunca transport sırasında HFNC uygulanırken önceki dört yılda bu tedavi uygulanmamış. HFNC uygulaması ile NIMV ve invaziv ventilasyon ihtiyaçlarında anlamlı azalma saptanmış. [39]

2.7.3. HFNC Tedavisinin Avantajları

HFNC tedavisi, düşük akımlı tedavilere göre ölçülebilir ve ayarlanabilir oksijen tedavisi sağlamaktadır. Maske yerine nazal kanül kullanılması, klinik durumları uygun olan hastalarda daha kolay şekilde konuşma ve beslenme olanağı sağlar.

CPAP ile ilişkili olan tüp, HFNC’ye göre tedaviyi zorlaştırmaktadır. CPAP tedavisi alan prematüre yenidoğanlarla ilgili yapılan bir çalışmada, ekstübasyon sonrası gözlenen nazal travmanın HFNC tedavisi alan gruba daha fazla olduğu saptanmış. [40] CPAP tedavisine göre HFNC tedavisinde sedasyon kullanım oranı daha düşüktür. [41]

2.7.4. HFNC Tedavisinin Komplikasyonları

– Abdominal distansiyon

İki çalışmada, HFNC tedavisinin abdominal distansiyona neden olabileceği gösterilmiştir. [42,43] Bu durum, intraabdominal patolojisi olan hastalarda HFNC uygulamasını kısıtlayabileceği düşünülmektedir.

– Enfeksiyon

Amerika’da 2005 yılında HFNC kullanımı ile ilişkili olduğu düşünülen *Ralstonia spp.* salgını olmuştur. Cihazın toplatılması ve modifikasyonu sonrasında herhangi bir enfeksiyon bildirilmemiştir.[44]

– Hava kaçağı

Üç çocuğu içeren vaka serisinde, HFNC tedavisi sırasında iki çocukta pnömotoraks, diğer çocukta ise pnömomediastinum gelişimi bildirilmiştir. Hava kaçağına neden olan durum olarak pozitif havayolu basıncında ani artış olduğundan bahsedilmiştir. [45] Başka bir olgu sunumunda prematüre bebekte, HFNC kullanımı sırasında subkutan skalp amfizemi, pnömoorbit, pnömosefali bildirilmiş ancak bu vakada pnömotoraks veya pnömomediastinuma rastlanmamıştır. [46]

2.8. Yoğun Bakımda Skorum Sistemleri

Skorum sistemleri hastalık şiddetini tanımlamak için oluşturulmuştur. Prognostik skorum ile fizyolojik değişkenler ve eşlik eden hastalıklar göz önüne alınarak hasta için bazal bir risk oranı belirlenmesi hedeflenmektedir. Çoğunlukla kritik hastalarda hastalık şiddetini yansıtmak için tercih edilen parametre mortalite riskidir. En iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan prognostik skorum da mortalite skorumlarıdır. Ayrıca taburculuk veya eksitus anına kadar hastalık şiddetinin tanımlanması ve klinik gidişatın gösterilmesi amacıyla organ yetmezliği skorumları oluşturulmuştur

2.8.1. PRISM (*Pediatric Risk of Mortality*)

Fizyolojik denge indeksinin basitleştirilmiş bir şekli olup, hastalık nedeniyle normal fizyolojinin bozulma derecesinden kaynaklanan ölüm olasılığını belirler. Yenidoğan, bebek 1-12 ay, çocuk 1-12 yaş, adolesan >12 yaş hastaları kapsamaktadır. PRISM skoru hasta yoğun bakım ünitesine kabul edildikten sonra ilk 24 saatteki en kötü değerler kullanılarak hesaplanmaktadır. (Ek-3)

2.8.2. PELOD (*Pediatric Logistic Organ Dysfunction*)

Organ disfonksiyonun derecelendirilmesi için oluşturulmuştur. PELOD skoru 0-71 arasında değişmektedir. PELOD skoru hesaplanırken 24 saat içerisindeki en kötü değerler kaydedilir. (Ek-4)

2.9. İnotrop Skoru

İnotrop skoru, ilk kez Wernovsky ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada tanımlanmıştır. Bu skorun amacı yenidoğanlarda arterel switch operasyonundan sonra alınan destek tedavisini kardiyak outputa göre yorumlamak amacı ile oluşturulmuştur. Bu inotrop skoru ve çeşitli uyarlamaları hastalık şiddetinin bir ölçüsü olarak klinik araştırmalarda kullanılmıştır.

Wernovsky inotrop skoru (IS):

Dopamin dozu ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dk}$) + Dobutamin dozu ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dk}$) + 100x adrenalın dozu ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dk}$)

Vazoaktif inotrop skoru:

IS + [10x milrinon dozu ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dk}$) + 10.000x vazopressin dozu (U/kg/dk) + 100x norepinefrin dozu ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{dk}$)]

3. MATERYAL VE METOD

3.1.Hasta Grubu ve Verilerin Değerlendirilmesi

Hasta seçimi, yer

Çalışmamız; multidisipliner, 16 yatak kapasiteli Hacettepe Üniversitesi Çocuk Yoğun Bakım Ünitesi'nde yapıldı. ÇYBÜ'mizde medikal ve postoperatif cerrahi hastalar izlenmekte olup yıllık hasta sayısı yaklaşık 510 ve mekanik ventilatörde izlenen yıllık hasta sayısı yaklaşık 170'dir. Çalışma için hastanemiz etik kurul onayı alınmış olup (kayıt numarası:GO 15/661 – 09, tarih:18.11.2015) prospektif olarak izlenen hastalar için bilgilendirilmiş onam hasta yakınlarından alınmıştır.

Şubat 2015 tarihinden itibaren yoğun bakım ünitemizde HFNC kullanılmaya başlandı. Bu tarihten itibaren NIMV ihtiyacı belirgin şekilde azaldı. Yeterli sayıda karşılaştırılabilecek hastaya ulaşabilmek için NIMV uygulanan hastaların verileri retrospektif olarak toplandı. Kasım 2009-Şubat 2015 tarihleri arasında NIMV uygulanan hastalardan dosyalarına ulaşılabilenler çalışmaya dahil edildi. Şubat 2015 tarihinden itibaren mekanik ventilatörde izlenen tüm hastalar HFNC veya NIMV uygulaması için aday olarak kabul edilmiş olup, NIMV veya HFNC uygulama kararı mekanik ventilatörde *weaning*'i tamamlanan, spontan solunum testini geçen hastalardan hastalık veya hastanın gerekçesine göre yoğun bakım doktoru tarafından verildi. Çalışmaya 1 ay ile 18 yaş arasındaki hastalar dahil edildi ve HFNC uygulanan hastalar prospektif olarak incelendi.

Trakeostomisi olanlar, *weaning* uygulanmamış ve planlanmamış ekstübasyonu olanlar, prematürite öyküsü ve buna bağlı bronkopulmoner displazi ile diğer etyolojilere bağlı olarak kronik akciğer hastalığı nedeni ile oksijen tedavisi ihtiyacı olan hastalar çalışmaya alınmadı.

HFNC ve NIMV grubundaki hastalar farklı hastalık gruplarının ekstübasyon başarılarının değerlendirilmesi amacı ile postoperatif konjenital kalp hastalığı, nöromuskuler hastalık, akciğerin parankim hastalıkları, havayolu patolojileri ve toraks deformite/anomalileri ve diğer grupları olmak üzere beş alt gruba ayrılarak incelendi.

NIMV protokolü

NIMV uygulaması, yüz maskesi aracılığı ile NIMV moduna alınarak kullanılan yoğun bakım ünitesi ventilatör cihazı (Engström carestation, GE healthcare) ile yapıldı. NIMV uygulamasında BiPAP veya CPAP modları kullanıldı. NIMV uygulanan ve BiPAP modu seçilen hastalarda başlangıçta hasta kompliyansını arttırmak amacı ile IPAP 7 cmH₂O ve EPAP 3-4 cmH₂O olacak şekilde ayarlanırken sonrasında 6-8 ml/kg tidal volüm oluşturmayı hedefleyerek her seferinde 1-2 cmH₂O olacak şekilde arttırıldı. Basınç ve FiO₂ değişiklikleri hastaların kan gazı ve satürasyon değerlerine göre yapıldı. CPAP modunda ise başlangıç basıncı 7 cmH₂O olarak ayarlandı ve hastanın kan gazı, satürasyon ve solunum sıkıntısı belirtilerine göre basınç ve FiO₂ değerlerinde değişiklikler yapıldı.

HFNC protokolü

HFNC cihazı (AIRVO2, Optiflow, Fisher & Paykel Healthcare, Auckland, Yeni Zelanda) 0.21'den 1.00'a kadar FiO₂ ve 2 - 60 L/dk hava akımı sağlayabilen hava-oksijen karıştırıcı ile ısıtma-nemlendirme sisteminden oluşmaktaydı. 34°C'deki gaz karışımı, inspiratuar devre üzerinden nazal kanül aracılığı ile hastaya ulaştırıldı. HFNC kullanan hastalarda başlangıç akım hızı olarak infantlarda 2 L/kg/dk, çocuklarda ise 1 L/kg/dk olarak ayarlanırken takip eden klinisyenin izlemelerine ve hastanın solunum sıkıntısındaki (retraksiyon, burun kanadı solunumu, torakoabdominal ayrışma, takipne) değişikliklere göre akım hızı değişiklikleri yapıldı. FiO₂, başlangıçta 0.4 olarak ayarlandıktan sonra hastanın satürasyon değeri en az %92 olacak şekilde düzenlendi.

Verilerin toplanması

Birden fazla ÇYBÜ başvurusu olan hastalarda her bir başvuru yeni epizot olarak kabul edilerek verileri toplandı. Çalışma boyunca HFNC ve NIMV uygulanan hastaların yaş, cinsiyet, boy, kilo, malnütrisyon z skorları, entübasyon nedenleri, PRISM ve PELOD skorları, inotrop skorları, oksijenizasyon indeksleri, mekanik ventilatör modları,

HFNC/NIMV uygulaması öncesi mekanik ventilatörde kalış süreleri, NIMV modları, HFNC/NIMV ve ÇYBÜ'nde kalış süreleri ile HFNC/NIMV uygulaması sırasında oluşan komplikasyonlar (atelektazi, pnömotoraks, pnömomediastinum) HFNC/NIMV uygulamasından sonraki ilk 24 saat içinde çekilen ön-arka akciğer grafisi ile kayıt edildi.

Malnütrisyon z skoru olarak 2 yaşından küçük hastalarda boya göre vücut ağırlığı z skoru ve 2 yaşından büyük hastalarda vücut kitle indeksi z skoru kullanıldı.

Hastaların NIMV/HFNC uygulamasından hemen önce ve sonraki 1, 6, 12, 24 ve 48. saatteki kan gazları ile 1, 6, 12, 24, 48. saatteki Modifiye Downes-Silverman skorları (MDS) kayıt edildi.

Bu verileri kaydetmek için oluşturulan veri izleme formu Ek-1 ve Ek-2'de sunulmuştur.

NIMV/HFNC sonucu

Kan gazı parametrelerinde bozulma olması (PaCO_2 'nin giderek artması, yetersiz arteriel oksijenizasyon [$\text{FiO}_2 > 0.6$ iken PaO_2 'nin < 70 mmHg, $\text{FiO}_2 > 0.6$ iken siyanozun olması]), solunum sıkıntısı belirtileri (subkostal/supraklavikuler retraksiyon, torakoabdominal ayrışma, burun kanadı solunumu) ve klinik kararlara göre HFNC uygulanan hastalarda NIMV veya reentübasyon ve NIMV uygulanan hastalarda reentübasyon yapıldı. HFNC uygulanan hastalarda, ekstübasyondan sonraki 48 saat içerisinde NIMV'ye geçiş veya reentübasyon başarısızlık olarak kabul edildi. NIMV uygulanan hastalarda ise ekstübasyondan sonraki 48 saat içerisinde reentübasyon başarısızlık olarak kabul edildi.

3.2. İstatistiksel analiz

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler dağılımı normal olan değişkenler için ortalama \pm standart sapma,

dağılımı normal olmayan değişkenler için median (min – maks), nominal değişkenler ise vaka sayısı ve (%) olarak gösterilmiştir.

Grup sayısı iki olduğunda gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği t testi ile, ortanca değerler yönünden farkın önemliliği mann whitney testi ile araştırılmıştır. Grup sayısı ikiden fazla olduğunda gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği ANOVA varyans analizi testi ile, ortanca değerler yönünden farkın önemliliği kruskal wallis testi ile araştırılmıştır. Nominal değişkenler Pearson Ki-Kare veya Fisher exact testi ile değerlendirilmiştir.

Oksijenizasyon indeksi değişkeninin minimal NIMV için ayırıcı özellik taşıyıp taşımadığı roc curve analizine göre test edilmiştir. Ayırıcı özellik taşıyan oksijenizasyon indeksi için youden index'e göre kesim noktası (cut off) değeri hesaplanmıştır (yani duyarlılık ve seçiciliğin en yüksek olduğu noktadaki değer cut off olarak belirlenmiştir). Her bir cut off değeri için duyarlılık, seçicilik hesaplanmıştır.

$p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Hastaların temel özellikleri

Çalışmaya, NIMV uygulanan 24 ve HFNC uygulanan 36 olmak üzere toplam 60 hasta dahil edildi. Dört hastaya 2 defa HFNC desteği verildi. Üç hastaya 2 defa ve 1 hastaya 4 defa NIMV desteği verildi. Altı hasta hem HFNC hem de NIMV desteği aldı.

HFNC uygulanan hastaların median yaşı 8 ay (1.5-168 ay), NIMV uygulanan hastaların median yaşı 23 ay (4-165 ay) olarak saptandı. NIMV grubunun yaş ortalaması HFNC grubuna göre anlamlı yüksek saptandı ($p=0.02$). HFNC uygulanan hastaların median boyu 64.5 cm (45-135 cm) ve NIMV uygulanan hastaların median boyu 76 cm (50-140 cm) olup aralarında anlamlı fark saptandı ($p=0.041$). İki grup arasında cinsiyet, ağırlık, malnütrisyon z skoru açısından anlamlı fark saptanmadı. Olguların demografik verileri Tablo 4.1’de görülmektedir.

Tablo 4.1 HFNC ve NIMV gruplarının demografik verileri

Değişkenler	HFNC grubu (n=36)	NIMV grubu (n=24)	p değeri
Yaş, ay, median	8 (1.5-168)	23 (4-165)	0.02
Erkek cinsiyet, sayı, (%)	16 (%44.4)	13 (%54.2)	0.46
Boy, cm, median	64.5 (45-135)	76 (50-140)	0.041
Tartı, kg, median	7 (3-40)	8 (3.65-53)	0.107
Malnütrisyon, z skoru	-0.177±2.52	-1.08±2.32	0.21

Ekstübasyon öncesi mekanik ventilatör modu olarak, hastaların %83.3’ünde (n=50) SIMV-P (basınç kontrollü senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon), %8.3’ünde (n=5) SIMV-V (volüm kontrollü senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon) ve %8.3’ünde

(n=5) SIMV-P ile HFOV (*high frequency oscillatory ventilation*) modları dönüşümlü olarak kullanıldı. HFNC ve NIMV’de izlenen hastalarda ekstübasyon öncesi kullanılan mekanik ventilatör modlarının dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.272$). (Tablo 4.2) NIMV kullanılan hastaların %67’sinde (n=16) BiPAP, %33’ünde (n=8) ise CPAP modu kullanıldı.

Tablo 4.2 Mekanik ventilatör modlarının dağılım yüzdesi

Mekanik ventilatör modu	HFNC/NIMV		p değeri
	HFNC (n=36)	NIMV (n=24)	
SIMV-P, sayı, (%)	32, (%88.9)	18, (%75)	0.272
SIMV-V, sayı, (%)	3, (%8.3)	2, (%8.3)	
SIMV-P/HFO,sayı, (%)	1, (%2.8)	4, (%16.7)	

HFNC uygulanan hastaların HFNC uygulaması öncesi mekanik ventilatörde entübe izlem süresi ortalaması 12.72 ± 7.89 gün, ortancası 10 gün; NIMV uygulanan hastaların mekanik ventilatörde entübe izlem süresi ortalaması 19.33 ± 11.46 gün, ortancası 16.5 olarak saptanmış olup NIMV uygulanan hastaların mekanik ventilatörde entübe izlem süresi ortalaması HFNC uygulanan hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı yüksektir ($p=0.026$). (Tablo 4.3)

Tablo 4.3 Mekanik ventilatörde izlem süresi

HFNC/NIMV	Mekanik ventilatörde entübe izlem süresi, gün (ort \pm SD), ortanca	p değeri
HFNC	12.72 ± 7.89 , 10	0.026
NIMV	19.33 ± 11.46 , 16.5	
Toplam	15.37 ± 9.94	

HFNC grubunda, HFNC uygulanmadan önce hastaların %25'ine (n=9) 1 kez, %2.8'ine (n=1) 2 kez ekstübasyon denemesi yapıldı. NIMV grubunda, NIMV uygulanmadan önce hastaların %33.3'üne (n=8) 1 kez, %8.3'üne (n=2) 2 kez ve %4.2'sine (n=1) 3 kez ekstübasyon denemesi yapıldı. HFNC ve NIMV gruplarında daha önceki ekstübasyon denemeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.284).

HFNC uygulanan hastaların inotrop skor ortalaması 2.83 ± 3.76 , ortanca değeri 0 olarak saptanırken NIMV grubunun inotrop skor ortalaması 3.62 ± 3.95 , ortanca değeri 2.5 olarak saptandı. HFNC ve NIMV gruplarının inotrop skor ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.442).

HFNC uygulanan hastaların PRISM skor ortalaması 10.69 ± 7.475 , ortancası 10.5 (0-29); NIMV uygulanan hastaların PRISM skor ortalaması 14.92 ± 8.054 , ortancası 14.5 (2-29) olarak saptandı. NIMV uygulanan hastaların PRISM skor ortalaması HFNC uygulanan hastalara göre anlamlı yüksek saptandı (p=0.038). HFNC uygulanan hastaların PELOD skor ortalaması 13.08 ± 7.817 , ortancası 11.5 (1-30); NIMV uygulanan hastaların PELOD skor ortalaması 14.29 ± 7.48 , ortancası 12 (1-31) olarak saptandı. NIMV ve HFNC uygulanan hastalar arasında PELOD skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.327).

Hastaların oksijenizasyon indeksi (OI) incelendiğinde HFNC uygulanan hastaların ortalaması 8.022 ± 3.968 , ortancası 7.75 (2-20); NIMV uygulanan hastaların ortalaması 13.879 ± 6.904 , ortancası 8.2 (2-36) olarak saptandı. NIMV uygulanan hastaların OI, HFNC grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek saptandı (p=0.005). HFNC ve NIMV grubundaki hastaların inotrop skoru, PRISM ve PELOD skorları ile OI'leri tablo 4.4'de görülmektedir.

Tablo 4.4. HFNC ve NIMV grubundaki hastaların inotrop skoru, PRISM ve PELOD skorları ile OI'leri

Değişkenler	HFNC grubu (n=36)	NIMV grubu (n=24)	p değeri
İnotrop skoru, ort±SD, median	2.83±3.76, 0	3.62±3.95, 2.5	0.442
PRISM skoru, ort±SD, median	10.69±7.47, 10.5 (0-29)	14.92±8.05, 14.5 (2-29)	0.038
PELOD skoru, ort±SD, median	13.08±7.81, 11.5 (1-30)	14.29±7.48, 12 (1-31)	0.327
Oksijenizasyon indeksi, ort±SD, median	8.022±3.96, 7.75 (2-20)	13.87±6.90, 8.2 (2-36)	0.005

NIMV uygulanan hastaların, NIMV uygulaması başarılı (n=11) ve başarısız (n=13) olanları arasında PRISM skoru (p=0.361) ve OI (p=0.691) açısından fark saptanmadı.

PRISM skoru ortanca değerinin üzerinde olan ve HFNC (n=16)/NIMV (n=14) kullanımı başarılı olan hastaların HFNC (n=6) ve NIMV (n=5) izlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.931).

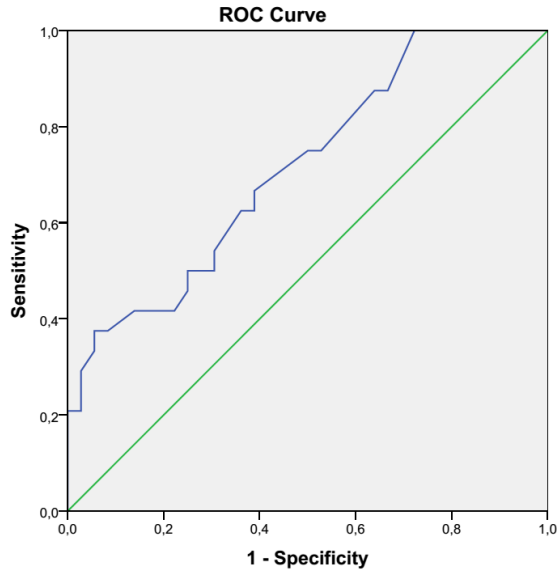
OI ortanca değerinin üzerinde olan ve HFNC (n=14)/NIMV (n=13) kullanımı başarılı olan hastaların HFNC (n=7) ve NIMV (n=6) izlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.635).

PELOD skoru ortanca değerinin üzerinde olan ve HFNC (n=18)/NIMV (n=17) kullanımı başarılı olan hastaların HFNC (n=9) ve NIMV (n=8) izlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.888).

Tablo 4.5 PRISM, PELOD, OI ortalanca değeri üzerinde olan hastaların cihazda kalış süreleri

	Cihazda kalış süresi, ort±SD, (ortalanca)		p değeri
	HFNC	NIMV	
PRISM ≥ 12	7.48±5.3998, (5.5) (n=16)	17.2857±9.586, (16) (n=14)	0.931
PELOD ≥ 12	5.9167±3.8, (5.75) (n=18)	11.25±6.396, (10) (n=17)	0.888
Oksijenizasyon indeksi ≥ 8.2	8.831±5.262, (7.875) (n=14)	16.266±11.632, (10.3) (n=13)	0.635

HFNC ve NIMV grubunun başarı durumuna göre cut off değerinin ROC analizi ile değerlendirilmesinde OI için cut off değer 13.95 olarak saptandı (sensitivite 0.375, spesifite 0.944) (şekil 4.1).



Şekil 4.1 HFNC ve NIMV grubunda başarı durumuna göre OI'nin cut off değerinin ROC analizi ile tesbiti

Entübasyon nedenlerine göre alt grupların temel bilgileri

HFNC ve NIMV gruplarındaki hastaların entübasyon nedenlerine göre yapılan sınıflandırmasında, gruplardaki hasta sayıları arasında fark saptanmadı. (Tablo 4.6)

Tablo 4.6 HFNC ve NIMV gruplarındaki hastaların entübasyon nedenlerine göre sınıflandırılması

Tanı grupları	HFNC, sayı, (%)	NIMV, sayı, (%)	Toplam, sayı, (%)	p değeri
Konjenital kalp hastalığı, postop.	7, (%19.4)	7, (%29.2)	14, (%23.3)	0.578
Nöromuskuler hastalık	6, (%16.7)	4, (%16.7)	10, (%16.6)	
Akciğerin parankim hastalıkları	8, (%22.2)	6, (%25)	14, (%23.3)	
Havayolu patolojileri ve toraks deformite/anomalileri	9, (%25)	2, (%8.3)	11, (%18.3)	
Diğer	6, (%16.7)	5, (%20.8)	11, (%18.3)	

Entübasyon nedenlerine göre gruplandırılan olguların demografik bilgileri tablo 4.7’de görülmektedir. NIMV uygulanan hastaların tanı grupları arasında yaş ortalamaları açısından fark saptanmadı. HFNC uygulanan grupta nöromuskuler hastalık nedeni ile entübe edilen hastaların (n=6) yaş ortalamaları akciğerin parankim hastalıkları (n=8) ile havayolu patolojileri ve toraks deformite/anomalileri (n=9) gruplarına göre, havayolu patolojileri ve toraks deformite/anomalileri grubunun (n=9) yaş ortalaması postoperatif konjenital kalp hastalığı grubuna (n=6) göre anlamlı yüksek saptandı. NIMV ve HFNC uygulanan tanı grupları arasında boy ortalamaları açısından fark saptanmadı. NIMV uygulanan hastaların tanı grupları arasında kilo ortalamaları açısından fark saptanmadı. HFNC uygulanan grupta ise nöromuskuler hastalık nedeni ile entübe olan grubun (n=6)

kilo ortalaması postoperatif konjenital kalp hastalığı (n=7) ile havayolu patolojileri ve toraks deformite/anomalileri (n=9) gruplarına göre anlamlı yüksek olarak saptandı. NIMV uygulanan grupta ise nöromuskuler hastalık (n=4) nedeni ile entübe edilen hastaların malnütrisyon z skoru diğer grubuna göre anlamlı yüksek olarak saptandı.

Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarında kullanılan mekanik ventilatör modları, mekanik ventilatörde izlem süreleri, cihaz uygulaması öncesi ekstübasyon denemesi sayısı tablo 4.8’da gösterilmiştir.

Tablo 4.7 Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarının demografik bilgileri

HFNC/ NIMV	Tanı grupları	Yaş, ay, median	Boy, cm, median	Tartı, kg, median	Malnütrisyon, z skoru	Erkek cinsiyet, sayı (%)
HFNC grubu	Konjenital kalp hastalığı, postop. (n=7)	4, (1.5-30)	60, (45-81)	4.7, (3.5-10)	-0.25, (-2.76-3.73)	2, (%28.6)
	Nöromuskuler hastalık (n=6)	60, (3-132)	95.5, (60-135)	18, (7-40)	1.42, (-1.02- 4.1)	2, (%33.3)
	Akciğerin parankim hastalıkları (n=8)	6, (3-10)	60, (50-63)	4.7, (3-8)	-2.24, (-4.94-4.26)	4, (%50)
	Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri (n=9)	21, (5-168)	67, (54-114)	9.5, (4.6-20)	-0.54, (-3.3-2.04)	5, (%55.6)
	Diğer (n=6)	9.5 (1.5-16)	67.75, (58-76)	7, (3-9.5)	-2.34, (-3.93-3.2)	3, (%50)
p değeri		0,039	0,075	0,004	0,338	0.846
NIMV grubu	Konjenital kalp hastalığı, postop. (n=7)	30, (5-120)	98, (50-115)	10,(3.65-24)	-1.255, (-2.26-0.92)	2, (%28.6)
	Nöromuskuler hastalık (n=4)	108, (36-165)	135, (74-140)	35, (8-53)	2.32, (-1.61-3.28)	1, (%25)
	Akciğerin parankim hastalıkları (n=6)	9.5 (4-72)	71, (60-120)	7.225, (5-20)	-2.24, (-2.78-2.06)	5, (%83.3)
	Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri (n=2)	51, (6-96)	60.5, (54-67)	6.6, (5.2-8)	1.61, (1.18-2.04)	1, (%50)
	Diğer (n=5)	16, (16-78)	76, (76-131)	7, (7-24)	-3.93, (-3.93-0.93)	4, (%80)
p değeri		0,111	0,308	0,019	0,034	0.160

Tablo 4.8. Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarında kullanılan mekanik ventilatör modları, mekanik ventilatörde izlem süreleri, cihaz uygulaması öncesi ekstübasyon denemesi

HFNC/ NIMV	Tanı grupları	Mekanik ventilatör izlem süresi, gün, median	Ekstübasyon denemesi sayısı, sayı, (%)		Mekanik ventilatör modu, sayı, (%)		
			1	≥2	SIMV-P	SIMV-V	SIMV-P/HFO
HFNC grubu	Konjenital kalp hastalığı, postop. (n=7)	8, (3-29)	2, (%28.6)	0	7, (%100)	0	0
	Nöromuskuler hastalık (n=6)	9.5, (5-19)	2, (%33.3)	0	4, (%66.7)	2, (%33.3)	0
	Akciğerin parankim hastalıkları (n=8)	11, (5-39)	2, (%25)	0	7, (%87.5)	0	1, (%12.5)
	Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri (n=9)	15, (3-19)	2, (%22.2)	0	9, (%100)	0	0
	Diğer (n=6)	9.5, (7-21)	1, (%16.7)	1, (%16.7)	5, (%83.3)	1, (%16.7)	0
p değeri			0.522				
NIMV grubu	Konjenital kalp hastalığı, postop. (n=7)	12, (8-17)	2, (%28.6)	1, (%14.3)	6, (%85.7)	0	1, (%14.3)
	Nöromuskuler hastalık (n=4)	10, (4-33)	1, (%25)	0	2, (%50)	2, (%50)	0
	Akciğerin parankim hastalıkları (n=6)	23, (4-39)	2, (%33.3)	0	6, (%83.3)	0	1, (%16.7)
	Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri (n=2)	23.5, (19-28)	1, (%50)	0	1, (%50)	0	1, (%50)
	Diğer (n=5)	28, (10-41)	2, (%40)	2, (%40)	4, (%80)	0	1, (%20)
p değeri			0.213				

Entübasyon nedenlerine göre yapılan hasta gruplarında, HFNC uygulanan ve postoperatif konjenital kalp hastalığı nedeni ile entübe edilen hastaların (n=7) inotrop skor ortalamalarının nöromuskuler hastalık (n=6) (p=0.007), havayolu patolojileri ile toraks deformite/anomalileri (n=9) (p=0.036) ve diğer (n=6) (p=0.049) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğu saptandı.

Entübasyon nedenlerine göre yapılan hasta gruplarında, NIMV uygulanan ve postoperatif konjenital kalp hastalığı nedeni ile entübe edilen hastaların (n=7) inotrop skorunun diğer (n=5) (p=0.016) grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğu saptandı.

Entübasyon nedenlerine göre hasta gruplarında PELOD skorları arasında fark bulunmazken NIMV uygulanan hastalardan postoperatif konjenital kalp hastalığı grubunun (n=7) PRISM skorunun diğer grubuna (n=5) göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptandı (p=0.024).

Entübasyon nedenlerine göre tanı grupları incelendiğinde HFNC ve NIMV uygulanan hastaların OI'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarının inotrop skoru, PRISM ve PELOD skorları ile OI'leri

HFNC / NIMV	Tanı grupları	İnotrop skoru, ort±SD, ortanca	PRISM, ort±SD (ortanca)	PELOD, ort±SD (ortanca)	Oksijenizasyon indeksi, ort±SD, (ortanca)
HFNC grubu	Konjenital kalp hastalığı, postop. (n=7)	7.14±3.338, (9)	7.43±5.224, (8)	14.20±7.017, (12)	7.48±5.3998, (5.5)
	Nöromuskuler hastalık (n=6)	0	10.33±6.218, (9)	9.83±6.882, (11.5)	5.9167±3.8, (5.75)
	Akciğerin parankim hastalıkları (n=8)	3.75±3.37, (5)	9.38±5.317, (9)	12.75±8.447, (11.5)	8.8313±5.262, (7.875)
	Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri (n=9)	1.56±3.24, (0)	10.33±7.036, (13)	14.0±9.657, (11)	8.1667±1.581, (8)
	Diğer (n=6)	1.33±3.266, (0)	17.17±11.51, (17.5)	14.0±7.403, (15)	9.4667±2.956, (9.75)
p değeri		0.004	0.552	0.93	0.504
NIMV grubu	Konjenital kalp hastalığı, postop. (n=7)	7.29±2.289, (8)	10.86±4.298, (10)	10.71±3.861, (12)	17.2857±9.586, (16)
	Nöromuskuler hastalık (n=4)	3.0±3.55, (2.5)	10.75±5.315, (10.5)	11.25±8.18, (11.5)	11.25±6.396, (10)
	Akciğerin parankim hastalıkları (n=6)	4.0±4.517, (3.5)	11.33±6.25, (11)	11.5±7.868, (11)	16.2667±11.63, (10.3)
	Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri (n=2)	0	19±2.828, (19)	26.5±6.364, (26.5)	14.15±10.11, (14.15)
	Diğer (n=5)	0	26.6±5.367, (29)	20.2±0.447, (20)	8.24±1.761, (8.4)
p değeri		0.017	0.55	0.93	0.334

Fizyolojik parametreler ve kan gazı analizi

HFNC uygulanan hastaların uygulamadan hemen önceki pH değeri ortalaması 7.41 ± 0.79 , NIMV uygulanan hastaların ise 7.42 ± 0.68 olarak saptandı. HFNC ve NIMV grupları arasında pH değerleri açısından anlamlı fark saptanmadı ($p=0.833$).

HFNC uygulanan hastaların uygulamaya başlamadan hemen önceki PCO_2 değeri ortalaması 51.63 ± 14.07 mmHg, NIMV uygulanan hastaların ise 47.99 ± 14.51 mmHg olarak saptandı. HFNC ve NIMV uygulanan hastaların PCO_2 değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0.167$).

HFNC uygulanan hastaların uygulamaya başlamadan hemen önceki PO_2 değeri ortalaması 50.25 ± 26.51 mmHg, NIMV uygulanan hastaların ise 38.67 ± 8.82 mmHg olarak saptandı. HFNC ve NIMV uygulanan hastaların PO_2 değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0.164$).

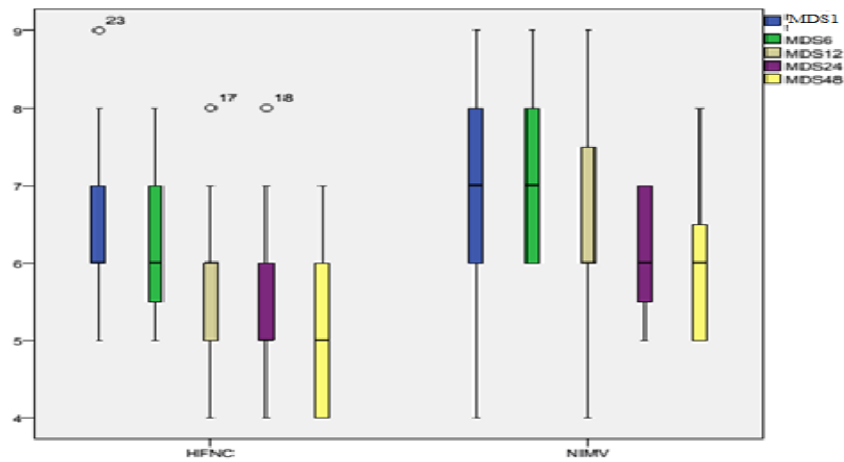
HFNC uygulanan hastaların uygulamaya başlamadan hemen önceki PO_2/FiO_2 değeri ortalaması 118.45 ± 61.15 , NIMV uygulanan hastaların ise 82.99 ± 37.09 olarak saptandı. HFNC uygulanan hastaların PO_2/FiO_2 değeri NIMV grubuna göre anlamlı yüksek saptandı ($p=0.034$).

Hastaların MDS skorları değerlendirildiğinde HFNC uygulanan hastaların MDS1 skor ortalaması 6.51 ± 1.121 , ortancası 6.0 (5-9) ve NIMV uygulanan hastaların MDS1 skor ortalaması 7.16 ± 1.425 , ortancası 7.0 (4-9) olarak saptandı. HFNC ve NIMV uygulanan hastaların MDS1 skor ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.058$). HFNC ve NIMV uygulanan hastaların entübasyon nedenlerine göre gruplandırılmasında tanı gruplarının MDS1 skor ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (HFNC p değeri=0.661, NIMV p değeri=0.757). (Tablo 4.10.)

Tablo 4.10. HFNC ve NIMV gruplarındaki hastaların cihazdan hemen önceki kan gazı parametreleri ve MDS skoru

Değişkenler, ort±SD, ortanca	HFNC (n=36)	NIMV (n=24)	p Değeri
PO ₂	50.25±26.51, 43.3 (21.3-136)	38.67±8.82, 39 (23-52.2)	0.164
PCO ₂	51.63±14.07, 50 (28-103)	47.99±14.51, 43 (31-89)	0,167
pH	7.41±0.79	7.42±0.68	
PO ₂ /FiO ₂	118.45±61.15, 108.2 (40-272)	82.99±37.09, 77.5 (36-170)	0.38
MDS1	6.51±1.121, 6.0 (5-9)	7.16±1.425, 7.0 (4-9)	0.058

HFNC ve NIMV uygulanan hastaların MDS1, MDS6, MDS12, MDS24, MDS48 skorları değerlendirildiğinde her iki grupta MDS skorlarının zamana göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma gösterdiği saptandı (HFNC p değeri=0.0, NIMV p değeri=0.02).



Şekil 4.2 MDS skorlarının zamana göre değişimi

Hastaların HFNC/NIMV’de izlemleri boyunca MDS, PO₂, PCO₂, PO₂/FiO₂ değerlerinin eğri altında kalan alanları (AUC indeksleri) incelenmiştir. PO₂ değerinin 1, 6, 12, 24, 48. saat değerleri incelendiğinde HFNC ve NIMV uygulamaları arasında fark saptanmadı (p=0.556). PCO₂ değerinin 1, 6, 12, 24, 48. saat değerleri incelendiğinde HFNC ve NIMV uygulamaları arasında fark saptanmadı (p=0.786). PO₂/FiO₂ değerinin 1, 6, 12, 24, 48. saat değerleri incelendiğinde HFNC ve NIMV uygulamaları arasında fark saptanmadı (p=0.312). MDS değerinin 1, 6, 12, 24, 48. saat değerleri incelendiğinde HFNC ve NIMV uygulamaları arasında fark saptanmadı (p=0.809).

HFNC ve NIMV gruplarının sonuçlarının değerlendirilmesi

Hastaların HFNC’de kalış süresi ortalaması 5.72±3.969 gün, ortancası 5.0 (1-20) gün olarak saptandı. NIMV’de kalış süresi ortalaması 4.74±4.535 gün, ortancası 3.0 (1-18) gün olarak saptandı. Hastaların HFNC ve NIMV’de kalış süreleri arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0.127).

HFNC grubunda hastaların %22’si (n=8), NIMV grubunda %54.2’si (n=13) reentübe oldu (p=0.11). HFNC ve NIMV uygulamalarının başarı oranları değerlendirildiğinde HFNC uygulamasının %36.1 (n=13) ve NIMV uygulamasının %54.2 (n=13) oranında başarısız olduğu saptandı. NIMV ve HFNC uygulamalarının başarısızlık oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.167).

HFNC ve NIMV uygulaması başarılı olan hastalar incelendiğinde HFNC’de kalış süresi ortalaması 6.43±3.788 gün, ortancası 5 (2-20) gün; NIMV’de kalış süresi ortalaması 7.11±5.64 gün, ortancası 5 gün (2-18) olarak saptandı. HFNC/NIMV uygulaması başarılı olan HFNC ve NIMV grupları arasında HFNC ve NIMV’de kalış süreleri açısından fark saptanmadı (p=0.681).

Hem HFNC hem NIMV uygulaması yapılan 6 hastanın 4’ünde reentübasyon ihtiyacı olmadı.

Hastaların HFNC veya NIMV’de kalış süreleri ile mekanik ventilatörde entübe kalış süreleri oranlanarak karşılaştırıldığında HFNC izlem süresi/mekanik ventilatörde entübe kalış süresi ortalaması 0.615 ± 0.59 , ortancası 0.51 (0.03-3.0), NIMV izlem süresi/mekanik ventilatörde entübe kalış süresi ortalaması 0.40 ± 0.49 , ortancası 0.2 (0.04-1.8) olarak saptandı. Hastaların mekanik ventilatörde entübe kalış sürelerine göre ekstübasyon sonrası kullanılan HFNC/NIMV’de kalış süresi HFNC grubunda anlamlı olarak yüksek saptandı ($p=0.016$).

Aynı oran HFNC/NIMV kullanımı başarılı olan hastalar için hesaplandığında HFNC izlem süresi/mekanik ventilatörde entübe kalış süresi ortalaması 0.77 ± 0.64 , ortancası 0.61 (0.13-3.0), NIMV izlem süresi/mekanik ventilatörde entübe kalış süresi ortalaması 0.58 ± 0.52 , ortancası 0.55 (0.09-3.0) olarak saptandı. Hastaların HFNC/NIMV kullanımı başarılı olanlarında mekanik ventilatörde entübe kalış sürelerine göre ekstübasyon sonrası kullanılan HFNC/NIMV’de kalış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.144$).

Hastaların ÇYBÜ’nde kalış süreleri değerlendirildiğinde HFNC uygulanan hastaların ÇYBÜ’nde kalış süresi ortalamasının 26.15 ± 14.155 gün, ortancasının 21 (11-68) gün; NIMV uygulanan hastaların ÇYBÜ’nde kalış süresi ortalamasının 31.9 ± 14.052 gün, ortancasının 28.5 (5-54) gün olduğu saptandı. HFNC ve NIMV uygulanan hastaların ÇYBÜ’nde izlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.07$).

Hastaların HFNC veya NIMV uygulandıkları andan itibaren ÇYBÜ’nde izlem süreleri değerlendirildi. HFNC uygulanan hastaların izlem süresi 13.08 ± 10.5 gün (ortanca 9 gün) iken NIMV uygulanan grubun izlem süresi 15.15 ± 8.43 gün (ortanca 15.5 gün) olarak saptandı. HFNC ve NIMV uygulanan andan itibaren ÇYBÜ’nde izlem süreleri arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0.215$).

HFNC ve NIMV gruplarının sonuçları tablo 4.11’de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. HFNC ve NIMV gruplarının çalışma sonuçları

Değişkenler	HFNC grubu (n=36)	NIMV grubu (n=24)	p değeri
HFNC/NIMV’de izlem süresi, gün, ortanca	5.0, (1-20)	3.0, (1-18)	0.127
HFNC/NIMV uygulaması başarılı olan hastaların cihazda izlem süresi, gün, ortanca	5, (2-20)	5, (2-18)	0.681
HFNC/NIMV’de izlem süresi/Mek. vent kalış süresi, ort±SD, ortanca	0.61±0.59, 0.51 (0.03-3.0)	0.4±0.49, 0.2 (0.04-1.8)	0.016
HFNC/NIMV uygulaması başarılı olan hastaların cihazda izlem süresi/Mek. vent kalış süresi, ort±SD, ortanca	0.77±0.64, 0.61 (0.13-3.0)	0.58±0.52, 0.39 (0.09-1.8)	0.144
ÇYBÜ kalış süresi, gün, ortanca	21, (11-68)	28.5, (5-54)	0.07
HFNC/NIMV uygulamasından itibaren ÇYBÜ’de kalış süresi, gün, ortanca	9, (4-49)	15.5, (2-36)	0.215
Başarısızlık oranı, sayı, (%)	13, (%36.1)	13, (%54.2)	0.167
Reentübasyon,sayı, (%)	8, (%22)	13, (%54.2)	0.11

Komplikasyonlar

HFNC grubunda hastaların %13.9’una (n=5), NIMV grubunda ise %12.5’ine (n=3) trakeostomi açıldı (p=1.0). Bir hastaya santral havayolu obstruksiyonu (bilateral vokal kord paralizisi), 4 hastaya solunum pompasındaki yetersizlik (nöromuskuler hastalık), 3 hastaya ise akciğerin parankimal hastalıkları nedeni ile trakeostomi açıldı. Hastaların hiçbirinde HFNC ve NIMV uygulaması sırasında pnömotoraks, pnömomediastinum saptanmadı. HFNC grubunda hastaların %22.9’unda (n=8), NIMV grubunda ise %4.5’inde (n=1) atelektazi saptandı (p=0.132).

Mortalite

HFNC grubunda %2.8 (n=1) ve NIMV grubunda %4.2 (n=1) oranında yoğun bakım mortalitesi saptandı (p=1.0). HFNC grubunda 1 hasta kardiyojenik şok, NIMV grubundaki 1 hasta ise ARDS nedeni ile eksitus oldu.

HFNC ve NIMV gruplarının komplikasyon ve mortalite oranları tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. HFNC ve NIMV gruplarının komplikasyon ve mortalite oranları

Değişkenler	HFNC grubu (n=36)	NIMV grubu (n=24)	p değeri
ÇYBÜ mortalitesi, sayı, (%)	1, (%2.8)	1, (%4.2)	1.0
Trakeostomi, sayı, (%)	5, (%13.9)	3, (%12.5)	1.0
Atelektazi, sayı, (%)	8, (%22.9)	1, (%4.5)	0.132

Alt grupların analizi

HFNC ve NIMV uygulamalarında postoperatif konjenital kalp hastalığı, nöromuskuler hastalık, akciğerin parankim hastalıkları, havayolu patolojileri ve toraks deformite/anomalileri ve diğer olmak üzere 5 alt grup belirlendi.

Entübasyon nedenlerinde göre yapılan gruplar arasında HFNC ile NIMV'de izlem süreleri, ÇYBÜ'nde kalış süreleri, HFNC veya NIMV'ye alındıktan itibaren ÇYBÜ'nde kalış süreleri açısından fark saptanmadı. Alt gruplar arasında HFNC ve NIMV başarısı açısından fark saptanmadı. Entübasyon nedenlerinde göre alt grupların çalışma sonuçları tablo 4.13'te görülmektedir.

Tablo 4.13. Entübasyon nedenlerine göre tanı gruplarının çalışma sonuçları

Tanı grupları	HFNC/NIMV izlem süresi, gün, ort±SD, (ortanca)		ÇYBÜ izlem süresi, gün, ort±SD, (ortanca)		HFNC/NIMV alındıktan sonraki ÇYBÜ izlem süresi, gün, ort±SD, (ortanca)		Başarısızlık oranları sayı, (%)	
	HFNC	NIMV	HFNC	NIMV	HFNC	NIMV	HFNC	NIMV
Konjenital kalp hastalığı, postop.	8.43±6.05, (9.0) (n=7)	3.14±1.86, (2.0) (n=7)	32.71±17.89, (27.0) (n=7)	32.29±11.29, (29) (n=7)	18.5±13.4, (12) (n=7)	18±11.38, (16) (n=7)	3, (%42.9) (n=7)	5, (%71.4) (n=7)
Nöromuskuler hastalık	4.83±3.86, (3.5) (n=6)	2.0±1.15, (2.0) (n=4)	20.67±9.83, (16.0) (n=6)	28.50±17.82, (23.5) (n=4)	10.1±8.3, (6) (n=6)	14.75±6.5, (16) (n=4)	2, (%33.3) (n=6)	3, (%75) (n=4)
Akciğerin parankim hastalıkları	5.13±2.10, (5.0) (n=8)	6.0±4.73, (4.5) (n=6)	26.00±11.42, (22.5) (n=8)	32.67±18.72, (39.5) (n=6)	11.5±5.73, (9) (n=8)	12.3±7.39, (12.5) (n=6)	2, (%25) (n=8)	1, (%16.7) (n=6)
Havayolu patolojileri ve toraks deformite/ anomalileri	5.22±3.86, (4.0) (n=9)	4.5±3.53, (4.5) (n=2)	28.44±17.60, (27) (n=9)	37.00±12.72, (37) (n=2)	14.6±13.9, (10) (n=9)	13±7.07, (13) (n=2)	4, (%44.4) (n=9)	1, (%50) (n=2)
Diğer	5.0±2.89, (6.0) (n=6)	8.50±7.93, (7.5) (n=5)	18.00±2.449, (18.5) (n=6)	28.00±., (28) (n=5)	7.5±1.29, (7.5) (n=6)	18±., (18) (n=5)	2, (%33.3) (n=6)	3, (%60) (n=5)
p değeri	0.592	0.331	0.451	0.923	0.23	0.907	0.495	0.215

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, hastanemiz çocuk yoğun bakım ünitesinde ekstübasyon zorluğu olan veya beklenen hasta gruplarında ekstübasyon başarısının artırılmasında HFNC ve NIMV uygulamaları karşılaştırıldı. Çalışmanın yapıldığı merkez taburcu olan her üç hastadan birinde mekanik ventilasyon kullanılan ve mekanik ventilasyon uygulanan hastaların %80'inin taburcu edildiği bir yoğun bakım ünitesidir. Ekstübasyon sonrası NIMV ve HFNC'nin karşılaştırıldığı çalışmalar yenidoğan ve erişkin hastaları içermektedir. Yenidoğanlarda yapılan çalışmalarda CPAP ve HFNC'nin ekstübasyon başarısı üzerinde benzer etkinlikte olduğunu göstermektedir. [32,40,85] Erişkinlerde de benzer şekilde ekstübasyon sonrası kullanımda NIMV'nin HFNC'ye üstünlüğü olmadığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. [67,68]

Çalışmamızda HFNC ve NIMV uygulamaları arasında ekstübasyon başarısı, yoğun bakımda toplam kalış süresi, HFNC/NIMV uygulamasından itibaren yoğun bakımda kalış süresi, mortalite ve trakeostomi oranları açısından fark saptanmadı. Solunum sıkıntısını değerlendirmek için kullanılan ve fizyolojik parametrelerle fizik muayene bulgularını içeren MDS skorunda her iki uygulamada da zaman içerisinde anlamlı azalma olduğu saptandı. Kan gazı parametrelerinden PO_2 , PCO_2 , PO_2/FiO_2 'de her iki grupta da zaman içerisinde benzer değişim gözlemlendi.

Entübe mekanik ventilasyon, hastalık süreci düzeline kadar oksijenizasyon ve ventilasyonu sağlayan önemli bir solunum desteği olmasına rağmen çeşitli komplikasyonları da beraberinde getirmektedir. Endotrakeal entübasyonların %62'sinin, trakeostominin ise %66'sının bir ya da daha fazla sorun nedeni ile komplike olduğu bilinmektedir. [47] Postmortem incelemelerde lezyonların endotrakeal entübasyondan sonra 7 saat kadar erken bir süre içerisinde görülmeye başladığı saptanmıştır. [47] Başarısız ekstübasyon ise mortalitede artış ile yoğun bakım ve hastanede uzamış kalış süresine neden olmaktadır. [48] Riskli hasta gruplarında reentübasyon oranı %20-35 kadar yüksek olabilmektedir. [49,50] Reentübasyonun kötü prognoz ile ilişkili bağımsız risk faktörü olduğu saptanmıştır. [51] Postekstübasyon solunum sıkıntısı planlanmış ekstübasyonların %10-20'sinden sonra görülmektedir ve artmış ventilatör ilişkili

pnömoni, mortalite oranları ve uzamış yoğun bakım ve hastanede kalış süreleri nedeni ile kötü prognozla ilişkilidir. [67]

1990'lerden itibaren akut solunum yetmezliğinde endotrakeal entübasyonun alternatifi olarak kullanılmaya başlayan NIMV'nin diğer kullanım amaçlarında bir tanesi de postekstübasyon solunum yetmezliğidir. Ekstübasyon sonrası NIMV uygulamasının değerlendirildiği prospektif bir çalışmada ekstübasyon başarısızlığı açısından riskli olan hasta grubunda NIMV kullanımı ile reentübasyon oranında %28'den %15'e anlamlı düşme saptanırken, riskli olmayan hasta grubunda bu oran açısından anlamlı fark saptanmamış. [52] Weaning başarısızlığı olan hasta gruplarında NIMV etkinliğinin değerlendirildiği randomize kontrollü bir çalışmada reentübasyon oranları açısından fark saptanmamakla birlikte NIMV uygulanan grupta weaning başarı olasılığı anlamlı olarak yüksek saptanmış. [53] Bahsedilen çalışmada NIMV uygulanan hastaların reentübasyon oranı %14 olarak saptanmış. Ekstübasyon sonrası NIMV başarısının değerlendirildiği başka bir çalışmada NIMV başarısızlık oranı %34 olarak saptanırken başarısız olan grubun yoğun bakım kalış süresi, mortalite ve trakeostomi oranının daha yüksek olduğu saptanmış. [54]

Ekstübasyon başarısı üzerine etkileri olmakla birlikte NIMV; nazal travma [82-84], hasta toleransını arttırmak amacı ile sedatif kullanımı [82,83], cihazın yerleştirilmesi amacı ile artan iş gücü gereksinimi gibi komplikasyon ve zorlukları da içermektedir.

HFNC, hastanın inspiratuar akım hızından daha yüksek hızda akım sağlaması sayesinde oda havası ile daha az dilüsyon oluşturması ve CPAP benzeri etki ile havayolu basıncı oluşturması sayesinde oksijenizasyonda düzelmeye sağlamaktadır. Aynı zamanda nazofaringeal ölü boşluğu yıkayarak oksijen rezervini arttırmaktadır. CPAP benzeri etki ağzın kapalı ya da açık olmasına, nazal prong büyüklüğüne ve akım hızına göre değişerek ortalama 1.5-7 cmH₂O ekspiratuar basınç sağlamaktadır. [57,69] HFNC, solunum iş yükünde azalma sağlar, küçük hava yolları kollapsını engeller; böylelikle pulmoner şantları azaltarak oksijenizasyona katkıda bulunur. [70] Oksijenizasyon üzerine etkisi gösterilmekle [70,71] birlikte hiperkapnik hastalar üzerine etkisi tartışmalıdır. [71,72,74] HFNC, akciğer impedansını arttırarak tidal volümü arttırır [69], solunum daha yavaş ve

derin paterne dönüşür [73]; böylelikle PaCO₂'de değişiklik olmaksızın solunum sayısında azalma sağlanır. Solunum sayısındaki azalma dispne hissinde azalma sağlamaktadır.

NIMV, ekstrensek olarak pozitif ekspiryum sonu basınç (PEEP) sağlayarak alveollerin boyutunun artmasına ve iyileşmesine katkıda bulunur. Bu durum gaz değişimi için uygun olan alanların artmasını sağlayarak intrapulmoner şantları azaltır, akciğer kompliyansını geliştirir ve solunum iş yükünü azaltır. Ekstrensek olarak uygulanan PEEP, dinamik havayolu kompresyonu ve hava hapsine neden olan intrensek PEEP'in etkilerini engeller. Alveoloarteriel gradient, hiperkarbi ve daha az oranda hipoksi üzerine olumlu etkileri sayesinde ventilasyon düzelir. [93] IPAP, inspiratuar solunum iş yükünün azalmasına olanak sağlar, tidal volümü arttırır. Böylelikle dakika ventilasyonu artarak CO₂ eliminasyonunu sağlar. [94]

Hasta konfor ve toleransında artış sağlaması, kullanımı kolay olması, nazal travmaya neden olmaması ve klinik etkinliği nedeni ile HFNC kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. [55-58]

Çalışmamızda NIMV uygulanan hastaların yaş ve boy ortalaması daha yüksek olarak saptandı. NIMV uygulanan hastalar için küçük yaş gruplarına uygun boyutta maskenin her zaman bulunamaması bu farklılığa neden olabilir. Kullanımının kolay olması, uygulama sırasında sedasyon gerekmemesi ve klinik etkinliği nedeni ile yoğun bakım ünitemizde HFNC kullanımı giderek artmıştır. Bu nedenlerle HFNC'nin tüm yaş gruplarında uygulanması yaş ortalamasındaki farklılığa neden olabilir.

Çalışmamızda NIMV uygulanan hastaların PRISM skoru HFNC grubuna göre daha yüksek olarak saptandı. Klinik skorlama sistemlerinin hastalık şiddetinin, bakım gereksinimlerinin, tedavi etkinliğinin ve prognoz değerlendirilmesinde yararlı olduğu kanıtlanmıştır. PRISM skoru, yoğun bakımda takip edilen pediatrik hastalar için hastalık şiddeti ve prognostik bilgi vermesi açısından oldukça faydalıdır. [59,60] Yoğun bakım ünitesinde bronşiolit nedeni ile izlenen infantların değerlendirildiği prospektif bir çalışmada RSV pozitif olan hastaların negatif olanlara göre PRISM-III skoru anlamlı olarak yüksek saptanmış ve bu grup hastaların mekanik ventilasyon ihtiyaçları ve mekanik

ventilatörde geçen süre ortalamaları anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. [61] Bizim çalışmamızda da NIMV uygulanan hastaların NIMV uygulaması öncesi mekanik ventilatörde geçen süre ortalaması daha yüksek bulundu. NIMV uygulanan hastaların mekanik ventilatörde kalış sürelerinin daha uzun olması, ekstübasyon başarısının daha düşük olacağı tahmin edilen ve hastalık ağırlığı daha fazla olan hastalarda ekstübasyon sonrası NIMV kullanımı ile ilişkili gözükmektedir.

Akut bronşiolit nedeni ile yoğun bakım ünitesinde takip edilen hastaların incelendiği bir çalışmada PRISM skoru ve PaCO₂ değerindeki düşmenin CPAP başarısını öngördüğü saptanmıştır. [62] Solunum yolu enfeksiyonu nedeni ile NIMV uygulanan bir çalışmada ise yüksek PCO₂ değeri ve PRISM skoru NIMV başarısızlığı ile ilişkili bulunmuştur. [63] Ancak bu çalışmalar, NIMV'ü ilk basamak tedavi olarak kullanması nedeni ile postekstübasyon NIMV başarısını öngörmeye yeterli değildir. PRISM'in birçok çalışmada mortaliteyi öngörmeye başarılı olduğu saptanmıştır. [59,60] Ancak, mortalite için tasarlanmış bir skor olması ve hastanın yoğun bakıma kabulünden sonraki ilk 24 saatteki değerleri içermesi nedeni ile ventilasyon desteğinden ayrılma ve ekstübasyon başarısını öngörmeye yanıltıcı olabilir. NIMV başarısızlığını öngörmeye risk faktörlerinin değerlendirildiği prospektif bir çalışmada 1. saatte SpO₂/FiO₂ oranı, yaş ve PRISM skoru anlamlı olarak saptanırken 24. saatten sonra başarısızlığı öngörmeye anlamlı belirteç bulunamamıştır. [64] Bahsedilen çalışma PRISM skorunun ekstübasyon başarısızlığını öngörmeye yeterli olmayacağına örnek olarak verilebilir.

Çalışmamızda NIMV uygulanan hastaların OI, HFNC grubuna göre daha yüksek olarak saptandı. Akut hipoksemik solunum yetmezliği olan çocuklarda prognostik belirteçlerin incelendiği bir çalışmada PRISM skoru gibi yüksek OI, küçük yaş ve renal replasman tedavisi gereksinimi de uzamış mekanik ventilatör desteği ile ilişkili bulunmuştur. [65] Bu sonuç bizim çalışmamızda saptanan NIMV uygulanan hastaların uzamış entübasyon sürelerini açıklayıcı niteliktedir. Bahsedilen çalışmada mekanik ventilasyonun ilk 12 saatlik uygulamasında PRISM skoru ve akut hipoksemik solunum yetmezliğinin herhangi bir anındaki yüksek oksijenizasyon indeksinin prognozunu bağımsız göstergeleri olduğu saptanmıştır. OI'nin mortalitede artış ile ilişkili olduğunu

gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Hematopoetik kök hücre nakli yapılan hastaların değerlendirildiği bir çalışmada OI'nin >20 olması %94 oranında, >25 olması ise %100 mortalite ile ilişkilendirilmiştir. [66] Çalışmamızda NIMV grubunda PRISM ve OI'nin yüksek olmasına rağmen iki grup arasında mortalite, reentübasyon, trakeostomi oranları arasında fark saptanmadı.

Çalışmamızda NIMV uygulanan hastalarda PRISM skoru ve OI'nin daha yüksek olması çocuk yoğun bakım ünitemizde HFNC kullanımından önce ekstübasyon başarısını arttırmak için NIMV uygulamasını hastalık ağırlığı daha yüksek olan hasta gruplarında tercih etmiş olduğumuzu göstermektedir. HFNC uygulamasının kolay olması, maliyet farkı olmaması, nazal travma gibi komplikasyonların gözlenmemesi, uygulama için iş gücü gereksiniminin daha az olması gibi etkenler HFNC kullanımını hastalık ağırlığı daha az olan hastalarda da yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır.

NIMV uygulaması başarılı ve başarısız olan hastalar arasında PRISM ve OI açısından fark saptanmadı. Bu durum bize PRISM ve OI'nin ekstübasyon başarısını ya da postekstübasyon solunum sıkıntısında HFNC veya NIMV başarısını öngörmeye yeterli parametreler olmadıklarını düşündürmektedir. Aynı zamanda PRISM, PELOD skorları ve OI ortanca değerinin üzerinde olan ve HFNC/NIMV uygulaması başarılı olan hastaların NIMV ve HFNC'de izlem süreleri arasında fark saptanmadı. Başarılı olan cihaz uygulamalarında HFNC ve NIMV'de izlem süreleri arasında fark olmadığı gibi hastalık ağırlığının fazla olması da (PRISM skoru, OI) başarılı olan uygulamalarda HFNC/NIMV'de kalış süresini etkilememektedir.

HFNC ve NIMV uygulaması başarılı olan hasta gruplarının OI'nin *Roc* analizi ile incelenmesinde OI 13.95'in üzerinde olan hastalarda NIMV tercih edildiği saptandı. Çalışmamızda ekstübasyon sonrası HFNC desteği verilen 6 hastanın başarısız olması üzerine NIMV desteğine geçildi. Altı hastanın 4'ünde NIMV uygulaması başarılı olup 2 tanesi reentübe edildi. Bu açıdan incelendiğinde oksijenizasyon indeksi yüksek olan hastaların HFNC uygulaması sırasında daha yakın izlem gerektirdiği, HFNC uygulaması sırasında klinik bozulma olması durumunda bu hastaların artmış basınç ihtiyaçları olduğu öngörülerek NIMV yöntemi tercih edilebileceğini düşünmekteyiz. HFNC veya NIMV

tercih açısından kritik OI'nin *cut off* değerini belirleyecek prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda HFNC ve NIMV izlem süreleri arasında fark saptanmadı. Tüm hastalar değerlendirildiğinde mekanik ventilatörde kalış süresine oranla HFNC/NIMV'de kalış süresinin NIMV'de kısa olduğu saptandı. Ancak HFNC ve NIMV uygulaması başarılı olan hasta grupları değerlendirildiğinde ise bu oranın iki uygulama arasında benzer olduğu saptandı. Başarılı *weaning*'te mekanik ventilatörde kalış sürelerine göre NIMV ve HFNC uygulamalarının süreleri arasında fark saptanmadı.

Literatürde ekstübasyon sonrası NIMV ve HFNC kullanımının incelendiği çalışmalar az sayıdadır. Erişkenlerde yapılmış ve postekstübasyon solunum yetmezliği olan hastalarda HFNC ile NIMV'nin klinik etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada reentübasyon ve trakeostomi oranları ile yoğun bakım ve hastane mortalite oranları arasında fark saptanmazken ekstübasyondan sonraki yoğun bakım kalış süresinin HFNC uygulanan hastalarda daha kısa olduğu saptanmış. NIMV uygulanan hastaların reentübasyon oranı %33.3, HFNC uygulanan hastaların ise %20.6 olarak saptanmıştır. Bu çalışma PaCO₂ değerleri açısından heterojen hastaları içerirken PaCO₂ değeri 45 mmHg'nın altında olan ve HFNC uygulanan hastaların yoğun bakım ve hastane mortalitesi ile reentübasyon oranı daha düşük olarak saptanmış. [67] Bizim çalışmamızda da benzer şekilde hastalık şiddeti daha düşük olan hastalarda HFNC'nin daha tercih edilebilir olduğunu gördük. Bahsedilen çalışma heterojen hasta gruplarını içermesi ve reentübasyon, trakeostomi, mortalite oranları açısından çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Kardiyotorasik cerrahi sonrası hipoksik hastalarda HFNC ve NIMV uygulamalarının karşılaştırıldığı prospektif bir çalışmada HFNC ve NIMV gruplarının reentübasyon oranları benzer olarak (NIMV grubunda %13.7, HFNC grubunda %14) saptanmıştır. PaO₂/FiO₂ oranı <200 olan hastalarda da başarısızlık oranları benzer bulunmuştur. PaCO₂ değerleri <45 mmHg olan hastalardan oluşan bu çalışmada NIMV ile PaO₂/FiO₂ değerinde anlamlı artış saptanırken, NIMV grubunda solunum sayısı daha yüksek olmasına rağmen PaCO₂ değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır. [68] Bizim

çalışmamızda ise reentübasyon oranları arasında fark yokken, her iki grupta MDS skorunda anlamlı azalma saptanmış ve iki grup arasında PO_2 , PCO_2 , PO_2/FiO_2 değişimleri arasında fark saptanmamıştır.

Çalışmamızda HFNC uygulanan hastaların reentübasyon oranı %22.2, NIMV uygulanan hastaların ise %54.2 olarak saptandı. HFNC uygulanan hastaların reentübasyon oranı literatür (%20,6-34,2) ile uyumlu olarak saptandı. [40,67,68] Hernandez ve arkadaşlarının ekstübasyon sonrası konvansiyonel oksijen tedavisi ile HFNC'yi karşılaştırdığı çalışmada HFNC ile reentübasyon oranı %4.9 olmasına rağmen bu çalışma düşük risk grubundaki hastaları içermiştir. [86] Yoğun bakım ünitemizdeki hastaların mekanik ventilatörde ortalama izlem süresi 7.75 gündür. Çalışmamızdaki HFNC ve NIMV uygulanan hastaların mekanik ventilatörde ortalama izlem süresi ise 15.37 gündür. HFNC ve NIMV uygulanan hastaların mekanik ventilatörde ortalama izlem süresinin ÇYBÜ'nin ortalama izlem süresinin iki katı olması ekstübasyon sonrası cihaz kullanan hastaların ekstübasyon başarısızlığı açısından riskli hastalar olduğunu göstermektedir.

Başarısızlık kriteri olarak HFNC uygulanan hastalarda NIMV veya IMV'ye geçiş, NIMV uygulanan hastalarda ise IMV'ye geçiş kabul edildiğinde ise HFNC grubunda başarısızlık oranı %36, NIMV grubunda ise %54 olarak saptanmıştır. Ekstübasyon sonrası NIMV kullanan çalışmalarda reentübasyon oranı %5-34 olarak saptanmıştır. [19,67,95,52,54,96,97] Hiperkapnik solunum yetmezliğinde NIMV'nin etkinliği bilinmektedir ancak hipoksemik solunum yetmezliği NIMV başarısızlığı ile ilişkili görülmektedir ve şiddetli olgularda NIMV kullanımını önerilmemektedir. [76,89-91] Çalışmamızda HFNC ile NIMV başarısızlık oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamakla birlikte HFNC başarı oranı NIMV'den daha yüksek olarak saptandı. Bu durum NIMV uygulanan grupta HFNC/NIMV uygulamasından önceki PO_2/FiO_2 oranının daha düşük olması ile açıklanabilir.

NIMV ve HFNC grubundaki hastalar hiperkapnik ve hipoksik olmaları açısından heterojendir. Bu nedenle hiperkapni ve hipoksemi üzerine etkinlikleri karşılaştırılmamış olsa da her iki gruptaki PO_2 , PCO_2 , PO_2/FiO_2 değerlerindeki değişim arasında fark saptanmadı. Hipoksi ve hiperkapni açısından daha homojen olduğu düşünülen entübasyon

nedenlerine göre yapılan gruplandırmada alt gruplar arasında HFNC ve NIMV etkinliği açısından fark saptanmadı.

Çalışmamızda fizyolojik parametreleri değerlendirmek amacı ile MDS skoru kullanmış olmamız nedeni ile solunum sayısı, kalp tepe atımı, saturasyon değerleri tekrar değerlendirilmedi. HFNC ve NIMV uygulanan hastaların MDS1 skor ortalamaları arasında fark saptanmadı ve her iki grupta da zaman içerisinde anlamlı azalma gösterilmiştir. Birçok çalışmada HFNC'nin konvansiyonel oksijen tedavisine göre solunum sayısında ve kalp tepe atımında azalma sağladığı gösterilmiştir. [57,70,73,78] Stéphan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada solunum sayısı BiPAP uygulanan grupta HFNC uygulanan gruba göre 1-3. günler boyunca yüksek olarak saptanmıştır. [68] HFNC, tidal volümü artırarak solunumu daha yavaş ve derin paterne dönüştürmektedir. Böylelikle solunum iş yükünde ve dispne hissinde azalma sağlamaktadır.

Yoğun bakım ünitemizde HFNC desteği aralıksız olarak kullanılıp ve hastanın solunum sıkıntısı belirtilerindeki düzelmeye göre akım hızı giderek azaltıldıktan sonra weaning sağlanıp, HFNC desteğinden ayırdıktan sonra hastaya düşük akımlı oksijen tedavisi vermeye devam edilmektedir. HFNC tedavisinin tamamlanmasından önce stabilite kriterleri ve kesilme yöntemi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. [92] Çalışmamızda solunum sıkıntısının şiddetini belirlemek amacı ile kullandığımız MDS skoru, HFNC tedavisi boyunca zaman içerisinde anlamlı azalma göstermiştir. Bu nedenle HFNC tedavisine başlama kararı alındıktan sonra tedaviye son verme kararı olarak böyle bir skora sistemi kullanılabileceği görüşünderiz. Bu amaçla daha geniş hasta serilerini içeren prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

HFNC ve NIMV grupları arasında yoğun bakım mortalite oranları arasında fark saptanmadı. HFNC grubunda 1 hasta kardiyojenik şok, NIMV grubundaki 1 hasta ise ARDS nedeni ile eksitus oldu. Ekstübasyon sonrası NIMV ve HFNC etkinliğinin değerlendirildiği literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu sonuç elde edildi. [67,68]

HFNC ve NIMV grupları arasında trakeostomi oranları arasında fark saptanmadı. Bir hastaya santral havayolu obstruksiyonu (bilateral vokal kord paralizisi), 4 hastaya

solunum pompasındaki yetersizlik (nöromuskuler hastalık), 3 hastaya ise akciğerin parankimal hastalıkları nedeni ile trakeostomi açıldı. Hasta sayısının az olması nedeni ile trakeostomi açılma nedenleri açısından istatistiksel analiz uygulanmadı. Çalışmamız trakeostomi oranları açısından literatür ile benzerlik göstermektedir. [67]

Ekstübasyon başarısı üzerine HFNC ve NIMV uygulamalarının etkinliğinin değerlendirildiği çalışmamızda entübasyon nedenlerine göre hastalar gruplandırıldığında hastalık grupları arasında NIMV/HFNC izlem süresi, ekstübasyon başarısı, yoğun bakımda kalış süresi açısından fark saptanmadı. Bu durum özellikle pulmoner ödem, pulmoner enfeksiyon, kardiyak veya vasküler nedenlerle havayolunun anatomik kompresyonu, atelektazi, pulmoner hipertansiyon, koagülasyon defekti nedeni ile pulmoner hemoraji gibi pulmoner komplikasyonlar açısından riskli olan ve bu nedenle ekstübasyon başarısızlığının daha yüksek olduğu konjenital kalp hastalığı grubunda önem kazanmaktadır. Bu grup hastada da HFNC yönteminin ekstübasyon sonrası başarıyı artırmak amacı ile kullanılabileceğini görmüş olduk.

HFNC ve NIMV uygulanan postoperatif konjenital kalp hastalığı grubunda, diğer gruplara göre inotrop skoru ve PRISM skoru ortalaması daha yüksek olarak saptandı. Hastalık ağırlığı göz önüne alındığında inotrop skoru ve PRISM'in yüksek saptanması konjenital kalp hastalarında beklenen bir sonuçtur.

Ekstübasyon sonrasında, daha önce invaziv ventilasyon sırasında PEEP kullanımı ile sağlanan fonksiyonel rezidüel kapasite ekstübasyon sonrası atmosferik basınçta hızla azalabilir. Fonksiyonel rezidüel kapasitedeki azalmaya pulmoner oksijen transferindeki azalma da eşlik eder. Hipoventilasyona bağlı oluşan hipoksemi, oksijen suplementasyonu ile düzeltilir. Bu durum SO_2 'yi düzeltmeye yardımcı olsa da altta yatan patofizyolojik durumu düzeltmeye yeterli olmaz, atelektazi oluşumu kolaylaştırır. Ekstübasyon sonrası atelektazi tipik olarak ekstübasyondan sonraki ilk 24 saat içinde hastaların %10-30'unda görülmektedir. HFNC, akım hızına bağımlı PEEP sağlaması sayesinde ekspiryum sonu akciğer hacmini arttırmaktadır. [70] Standart oksijen tedavisi ile HFNC'nin karşılaştırıldığı bir çalışmada atelektazi açısından gruplar arasında fark saptanmamıştır. [79] Ancak ekstübasyon sonrası gelişen atelektazilerin düzeltilmesinde HFNC'nin etkili

olduğunu gösteren vaka raporları bulunmaktadır. [80,81] Bizim çalışmamızda NIMV uygulanan grupta atelektazi gelişim oranı daha düşük olmakla birlikte her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. NIMV uygulanan hastalarda gözlenen düşük atelektazi oranı NIMV'nin sağladığı daha yüksek ve güvenli ekspiryum sonu basınç ile ilişkili olabilir.

HFNC cihazının yüksek akış ara yüzü, hasta seti ile birlikte hesaplanan kullanım maliyeti ile NIMV cihaz, set ve maskeden oluşan kullanım maliyetleri arasında belirgin fark yoktur. Ekstübasyon başarısızlığının azaltılarak reentübasyondan kaçınılması, yoğun bakım ve hastanede kalış süresinin azalması her iki yöntem için de benzer maliyet-yarar ilişkisi göstermektedir.

Çalışmamızda çeşitli kısıtlılıklar bulunmaktadır. Birincisi NIMV grubunun verilerinin retrospektif olarak incelenmesidir. İkincisi her iki gruptaki örneklem sayısı küçüktür. Üçüncüsü çocuk yoğun bakım ünitemizde hastalara santral venöz katater takılarak venöz yol sağlanmaktadır. Hastaların kan gazı bu kataterden alınmış olup PO_2 , PCO_2 ve PO_2/FiO_2 değerleri bu şekilde değerlendirilmiştir. Ancak bu değerler gruplar arasında karşılaştırma amacı ile kullanılmış olup analiz sonuçlarını değiştirmemektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda çocuk yoğun bakım ünitesinde ekstübasyon başarısını artırmak amacı ile HFNC ve NIMV uygulamalarının etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

1. HFNC ve NIMV uygulamaları arasında reentübasyon, trakeostomi, mortalite, yoğun bakımda toplam kalış süresi açısından fark saptanmadı.
2. NIMV uygulanan hastaların mekanik ventilatörde kalış süreleri HFNC uygulanan hastalara göre daha uzundu. Hastaların tamamı ve cihaz uygulaması başarılı olanlarında HFNC ve NIMV’de kalış süreleri arasında fark saptanmadı. Hastaların HFNC/NIMV’de kalış süreleri ile mekanik ventilatörde kalış süreleri oranlandığında NIMV uygulanan grupta bu oranın daha kısa olduğu saptandı. Ancak aynı orana uygulamanın başarılı olduğu hastalar için bakıldığında HFNC ve NIMV grupları arasında fark saptanmadı. Ekstübasyon sonrası cihazda kalış süresi hastanın mekanik ventilatörde kalış süresinden bağımsızdır.
3. Ekstübasyon zorluğu olduğu bilinen postoperatif konjenital kalp hastalığı, nöromuskuler hastalık, havayolu ve toraks deformite/anomalileri gibi entübasyon nedenlerine göre gruplandırma yapıldığında bu alt gruplar arasında HFNC/NIMV başarısı açısından fark saptanmadı. HFNC, yüksek riskli hasta gruplarında NIMV ile benzer etkinlik göstermiş olması nedeni ile bu hasta gruplarında da ekstübasyon başarısını arttırmak amacı ile kullanılabilir.
4. NIMV uygulanan grupta PRISM skoru ve oksijenizasyon indeksi ortalaması yüksek olarak saptanmıştır. Ancak NIMV uygulaması başarılı ve başarısız olan hastalar arasında PRISM skoru ve oksijenizasyon indeksi ortalaması açısından fark saptanmadı. Bu durum PRISM skoru ve oksijenizasyon indeksinin ekstübasyon sonrası kullanılan cihaz başarısını öngörmede yeterli parametreler olmadığını düşündürmektedir.
5. PRISM ve PELOD skoru ile oksijenizasyon indeksi ortanca değeri üzerinde olan ve cihaz uygulaması başarılı olan hastalarda HFNC/NIMV’de kalış

süreleri açısından fark saptanmadı. PRISM, PELOD, OI'ne göre daha ağır olan hastalardan HFNC veya NIMV kullanımı olması ile mekanik solunum desteğinin tamamen kesilmesine kadar geçen süre farklılık göstermemektedir.

6. Hastaların solunum sıkıntısı belirtileri ve vital bulgularındaki değişikliği takip etmek için MDS skoru kullanıldığında NIMV ve HFNC grubundaki hastaların MDS1 ortalaması ve 48 saatik süre içerisinde MDS skorundaki değişim benzer olarak saptanmıştır. MDS skoru gibi herhangi bir skorlama sistemi HFNC uygulanan hastaların stabilitesini gösterme ve cihazdan ayırmada yol gösterici olabilir. Bu amaçla daha geniş hasta serilerini içeren prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.
7. Hastaların HFNC/NIMV uygulamadan hemen önce bakılan pH, PO₂, PCO₂ değerleri benzer; PO₂/FiO₂ değeri ise NIMV grubunda düşük olarak saptanmıştır. Hastalar hiperkarbik olan ve olmayan açısından heterojendir. 48 saatik süre içerisinde ise HFNC ve NIMV uygulanan gruplarda PO₂, PCO₂, PO₂/FiO₂ değerlerindeki değişim benzer olarak saptandı.
8. HFNC ve NIMV uygulaması başarılı olan hasta gruplarının oksijenizasyon indeksinin ROC analizi ile incelenmesinde oksijenizasyon indeksi 13.95'in üzerinde olan hastalarda NIMV tercih edildiği saptandı. Bu açıdan incelendiğinde oksijenizasyon indeksi yüksek olan hastaların HFNC uygulaması sırasında daha yakın izlem gerektirdiği, HFNC uygulaması sırasında klinik bozulma gelişmesi durumunda NIMV'nin alternatif olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.
9. Sonuç olarak bu çalışma ile ekstübasyon başarısı üzerine HFNC ve NIMV'nin benzer etkinliğe sahip olduğu gösterilmiştir. PRISM, PELOD skoru veya OI yüksek olan hastalık ağırlığı fazla olan hasta gruplarında da HFNC yönteminin başarılı ekstübasyona geçişte yeterli olduğu ancak hastaların yakın izlenerek gerektiğinde NIMV'a geçilmesi geciktirilmemelidir.

KAYNAKLAR

1. Vagas E., Akgül AG. Solunum sistemi fizyolojisi ve çocuklardaki farklar. *Toraks Dergisi*. 2009.
2. Kliegman R., Stanton B., Geme J., Schor N., Behrman R. *Nelson Textbook of Pediatrics*, nineteenth edition. United States of America, 2011.
3. Kale G. (ed). *Katkı Pediatri Dergisi, Çocuk Acil ve Yoğun Bakım*. 2008.
4. Dikmen Y. (ed). *Mekanik ventilasyon klinik uygulama temelleri*. 2012.
5. Krinsley JS1, Barone JE. The drive to survive: unplanned extubation in the ICU. *Chest*. 2005 Aug;128(2):560-6.
6. Ventilator-associated pneumonias in children (II)--prophylaxis and treatment. Shmlev TI, Yankov IV. *Folia Med (Plovdiv)*. 2012 Jan-Mar;54(1):12-8.
7. Gajic O1, Dara SI, Mendez JL, Adesanya AO, Festic E, Caples SM, Rana R, St Sauver JL, Lymp JF, Afessa B, Hubmayr RD. Ventilator-associated lung injury in patients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2004 Sep;32(9):1817-24.
8. Sutherasan Y1, D'Antini D, Pelosi P. Advances in ventilator-associated lung injury: prevention is the target. *Expert Rev Respir Med*. 2014 Apr;8(2):233-48.
9. Kuiper JW1, Groeneveld AB, Slutsky AS, Plötz FB. Mechanical ventilation and acute renal failure. *Crit Care Med*. 2005 Jun;33(6):1408-15.
10. Fontela PS, Piva JP, Garcia PC, Bered PL, Zilles K. Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6:166–70.
11. Kurachek SC, Newth CJ, Quasney MW, Rice T, Sachdeva RC, Patel NR, et al. Extubation failure in pediatric intensive care: a multiple-center study of risk factors and outcomes. *Crit Care Med*. 2003;31:2657–64.
12. Pavone M, Verrillo E, Caldarelli V, Ullmann N, Cutrera R. Non-invasive positive pressure ventilation in children. *Early Hum Dev*. 2013 Oct;89 Suppl 3:S25-31.
13. Pavone M, Verrillo E, Caldarelli V, Ullmann N, Cutrera R. Non-invasive positive pressure ventilation in children. *Early Hum Dev*. 2013 Oct;89 Suppl 3:S25-31.

14. Pavone M, Verrillo E, Caldarelli V, Ullmann N, Cutrera R. Non-invasive positive pressure ventilation in children. *Early Hum Dev.* 2013 Oct;89 Suppl 3:S25-31.
15. Baculard A, Bedicam JM, Sardet A, Fauroux B, Tournie G. Intermittent positive pressure mechanical ventilation via nasal mask in the child suffering from mucoviscidose. *Arch Fr Pediatr* 1993; 50: 469–474.
16. Padman R, Nadkarni VM, Von Nessen S, Goodill J. Noninvasive positive pressure ventilation in end-stage cystic fibrosis. A report of seven cases. *Respir Care* 1994; 39: 736–739.
17. Beers SL, Abramo TJ, Bracken A, Wiebe RA (2007 Jan) Bilevel positive airway pressure in the treatment of status asthmaticus in pediatrics. *Am J Emerg Med* 25(1):6–9.
18. Essouri S, Chevret L, Durand P, Haas V, Fauroux B, Devictor D (2006) Noninvasive positive pressure ventilation: five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 7:329–334.
19. Gupta P, Kuperstock JE, Hashmi S, Arnolde V, Gossett JM, Prodhan P, Venkataraman S, Roth SJ. Efficacy and predictors of success of noninvasive ventilation for prevention of extubation failure in critically ill children with heart disease. *Pediatr Cardiol.* 2013 Apr;34(4):964-77.
20. Jacobe SJ, Hassan A, Veys P, Mok Q (2003) Outcome of children requiring admission to an intensive care unit after bone marrow transplantation. *Crit Care Med* 31:1299–1305.
21. Girault C, Briel A, Hellot MF, Tamion F, Woinet D, Leroy J et al (2003) Noninvasive mechanical ventilation in clinical practice: a 2-year experience in a medical intensive care unit. *Crit Care Med* 31:552–559.
22. Pia Villa M, Dotta A, Castello D, Piro S, Pagani J, Palamides S, Ronchetti R. Bi-level positive airway pressure (BiPAP) ventilation in an infant with central hypoventilation syndrome. *Pediatr Pulmonol* 1997; 24: 66-69.
23. Tibbalis J, Henning RD. Noninvasive ventilatory strategies in the management of a newborn infant and three children with congenital central hypoventilation syndrome. *Pediatr Pulmonol* 2003;36:544-548.

24. Karakoç F, Karadağ B, Kut A, Bakaç S, Dağlı E. Çocuklarda noninvaziv ventilasyon. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi. 2000; 43: 386-394.
25. Hernandez M, Elliott J , Arens R. Clinical outcomes of nocturnal non-invasive ventilation in patients with Duchenne muscular dystrophy. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161: A555.
26. Barois A, Estournet-Mathiaud B. Ventilatory support at home in children with spinal muscular atrophies (SMA). Eur Respir Rev 1992; 10:319–322.
27. Wettstein RB, Peters JI, Shelledy DS. Pharyngeal oxygen concentration in normal subjects wearing high flow nasal cannula. Respir Care 2004; 49(11):1444.
28. Chatila W, Nugent T, Vance G, et al. The effects of high-flow vs low-flow oxygen on exercise in advanced obstructive airways disease. Chest 2004; 126 (4): 1108-15.
29. Greenspan JS, Wolfson MR, Shaffer TH. Airway responsiveness to low inspired gas temperature in preterm neonates. J Pediatr 1991;118(3):443-5.
30. Fontanari P, Burnet H, Zattara-Hartmann MC, et al. Changes in airway resistance induced by nasal inhalation of cold dry, dry, or moist air in normal individuals. J Appl Physiol 1996;81(4): 1739-43.
31. Saslow JG, Aghai ZH, Nakhla TA, et al. Work of breathing using high-flow nasal cannula in preterm infants. J Perinatol 2006; 26(8):47-80.
32. Holleman-Duray D, Kaupie D, Weiss MG. Heated humidified high-flow nasal cannula: use and a neonatal early extubation protocol. J Perinatol 2007;27(12):776-81.
33. Courtney SE, Pyon KH, Saslow JG, et al. Lung recruitment and breathing pattern during variable versus continuous flow nasal continuous positive airway pressure in premature infants: an evaluation of three devices. Pediatrics 2001;107(2):304-8.
34. Wilkinson DJ, Andersen CC, Smith K, et al. Pharyngeal pressure with high-flow nasal cannulae in premature infants. J Perinatol;2007.
35. Kallappa C, Hufton M, Millen G, et al. Use of high flow nasal cannula oxygen (HFNCO) in infants with bronchiolitis on a paediatric ward: a 3-year experience. Arch Dis Child 2014;99:790–1.

36. McKiernan C, Chua LC, Visintainer PF, et al. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr* 2010;156:634–8. Schibler A, Pham TM, Dunster KR, et al. Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med* 2011;37:847–52.
37. Wing R, James C, Maranda LS, et al. Use of high-flow nasal cannula support in the emergency department reduces the need for intubation in pediatric acute respiratory insufficiency. *Pediatr Emerg Care* 2012;28:1117–23.
38. Testa G, Iodice F, Ricci Z, et al. Comparative evaluation of high-flow nasal cannula and conventional oxygen therapy in paediatric cardiac surgical patients: a randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014;19:456–1.
39. Schlapbach LJ, Schaefer J, Brady AM, et al. High-flow nasal cannula (HFNC) support in interhospital transport of critically ill children. *Intensive Care Med* 2014;40:592–9.
40. Manley BJ, Owen LS, Doyle LW, et al. High-flow nasal cannulae in very preterm infants after extubation. *N Engl J Med* 2013;369:1425–33.
41. Brink F, Duke T, Evans J. High-flow nasal prong oxygen therapy or nasopharyngeal continuous positive airway pressure for children with moderate-to-severe respiratory distress? *Pediatr Crit Care Med* 2013;14:e326–31.
42. Testa G, Iodice F, Ricci Z, et al. Comparative evaluation of high-flow nasal cannula and conventional oxygen therapy in paediatric cardiac surgical patients: a randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014; 19:456–1.
43. Ten Brink F, Duke T, Evans J. High-flow nasal prong oxygen therapy or nasopharyngeal continuous positive airway pressure for children with moderate-to-severe respiratory distress? *Pediatr Crit Care Med* 2013;14:e326–31.
44. Jung MA, Sunenshine RH, Noble-Wang J, et al. A national outbreak of *Ralstonia mannitolilytica* associated with use of a contaminated oxygen-delivery device among pediatric patients. *Pediatrics* 2007;119:1061–8.
45. Hegde S, Prodhan P. Serious air leak syndrome complicating high-flow nasal cannula therapy: a report of 3 cases. *Pediatrics* 2013;131:e939–44.

46. Jasin LR, Kern S, Thompson S, et al. Subcutaneous scalp emphysema, pneumo-orbitis and pneumocephalus in a neonate on high humidity high flow nasal cannula. *J Perinatol* 2008;28:779–81.
47. Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. *Am J Med.* 1981 Jan;70(1):65-76.
48. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest.* 1997 Jul;112(1):186-92.
49. Thille AW, Harrois A, Schortgen F, Brun-Buisson C, Brochard L. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. *Crit Care Med.* 2011;39(12):2612–8.
50. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a twohour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(6):1855–62
51. Frutos-Vivar F, Esteban A, Apezteguia C, Gonzalez M, Arabi Y, Restrepo MI, et al. Outcome of reintubated patients after scheduled extubation. *J Crit Care.* 2011;26(5):502–9.
52. Thille AW, Boissier F, Ben-Ghezala H, Razazi K, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C, Brochard L. Easily identified at-risk patients for extubation failure may benefit from noninvasive ventilation: a prospective before-after study. *Crit Care.* 2016 Feb 26;20(1):48
53. Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F, Bauer TT, Gonzalez G, Carrillo A, Rodriguez-Roisin R, Torres A. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Jul 1;168(1):70-6
54. Yamauchi LY, Figueiroa M, da Silveira LT, Travaglia TC, Bernardes S, Fu C. Noninvasive positive pressure ventilation after extubation: features and outcomes in clinical practice. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2015 Jul-Sep;27(3):252-9.

55. Shetty S, Hickey A, Rafferty GF, Peacock JL, Greenough A. Work of breathing during CPAP and heated humidified high-flow nasal cannula. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2016 Jan 14.
56. Bell N, Hutchinson CL, Green TC, Rogan E, Bein KJ, Dinh MM. Randomised control trial of humidified high flow nasal cannulae versus standard oxygen in the emergency department. *Emerg Med Australas.* 2015 Sep 29.
57. Rittayamai N, Tscheikuna J, Rujjwit P. High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy after endotracheal extubation: a randomized crossover physiologic study. *Respir Care.* 2014 Apr;59(4):485-90.
58. Tiruvoipati R, Lewis D, Haji K, Botha J. High-flow nasal oxygen vs high-flow face mask: a randomized crossover trial in extubated patients. *J Crit Care.* 2010 Sep;25(3):463-8.
59. Zobel G, Kuttig M, Grubbauer HM, Rödl S (1990) Evaluation of clinical scoring systems in critically ill infants and children. *Clin Intensive Care* 1:202–206
60. Zobel G, Rödl S, Rigler B, Metzler H, Dacar D, Grubbauer HM, Beitzke A (1993) Prospective evaluation of clinical scoring systems in infants and children with cardiopulmonary insufficiency after cardiac surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 34:333–337.
61. Rödl S, Resch B, Hofer N, Marschitz I, Madler G, Eber E, Zobel G. Prospective evaluation of clinical scoring systems in infants with bronchiolitis admitted to the intensive care unit. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2012 Oct;34(5):1095-102.
62. Larrar S, Essouri S, Durand P, Chevret L, Haas V, Chabernaude JL, Leyronnas D, Devictor D (2006) Effects of nasal continuous positive airway pressure ventilation in infants with severe acute bronchiolitis. *Arch Pediatr* 13:1397–1403.
63. Campion A, Huvenne H, Leteurtre S, Noizet O, Binoche A, Diependaele JF, Cremer R, Fourier C, Sadik A, Leclerc F (2006) Non-invasive ventilation in infants with severe infection presumably due to respiratory syncytial virus: feasibility and failure criteria.

64. Mayordomo-Colunga J, Pons M, Lopez Y, Jose Solana M, Rey C, Martinez-Cambolor P et al. Predicting non-invasive ventilation failure in children from the SpO₂/FiO₂ (SF) ratio. *Intensive Care Med.* 2013 Jun;39(6):1095-103.
65. Trachsel D, McCrindle BW, Nakagawa S, Bohn D. Oxygenation index predicts outcome in children with acute hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005 Jul 15;172(2):206-11.
66. Rowan CM, Hege KM, Speicher RH, Goodman M, Perkins SM, Slaven JE, Westenkirchner DF, Haut PR, Nitu ME. Oxygenation index predicts mortality in pediatric stem cell transplant recipients requiring mechanical ventilation. *Pediatr Transplant.* 2012 Sep;16(6):645-50.
67. Yoo JW, Synn A, Huh JW, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Clinical efficacy of high-flow nasal cannula compared to noninvasive ventilation in patients with post-extubation respiratory failure. *Korean J Intern Med.* 2016 Jan;31(1):82-8.
68. Stéphan F, Barrucand B, Petit P, Rézaiguia-Delclaux S, Médard A, Delannoy B, Cosserant B, Flicoteaux G, Imbert A, Pilorge C, Bérard L. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2015 Jun 16;313(23):2331-9.
69. Masclans JR, Perez-Teran P, Roca O. The role of high-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Med Intensiva.* 2015 Nov;39(8):505-15.
70. Corley A, L. R. Caruana LR, Barnett AG, Tronstad O, Fraser JF. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in post-cardiac surgical patients. *Br J Anaesth.* 2011 Aug;16(6):998-1004.
71. Testa G, Iodicea F, Ricci Z, Vitale V, De Razza F, Haiberger R, Iacoella C, Conti G, Cogo P. Comparative evaluation of high-flow nasal cannula and conventional oxygen therapy in paediatric cardiac surgical patients: a randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2014 Sep;19(3):456-61.
72. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care* 2010;55(4):408–13.

73. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, Montini L, De Gaetano A, Navalesi P, Antonelli M. Nasal High-Flow versus Venturi Mask Oxygen Therapy after Extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir CritCare Med*. 2014 Aug 1;19(3):282-8.
74. Lenglet H, Sztrymf B, Leroy C, Brun P, Dreyfuss D, Ricard JD. Humidified high flow nasal oxygen during respiratory failure in the emergency department: feasibility and efficacy. *Respir Care* 2012;57(11):1873–8.
75. Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *N Eng J Med*. 2015 Jun 4;372(23):2185-96.
76. Antonelli M, Conti G, Esquinas A, et al. A multiple-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2007;35:18-25.
77. Thille AW, Contou D, Fragnoli C, Cordoba-Izquierdo A, Boissier F, Brun-Buisson C. Non-invasive ventilation for acute hypoxemic respiratory failure: intubation rate and risk factors. *Crit Care*. 2013 Nov 11;17(6):R269.
78. Jeong JH, Kim DH, Kim SC, Kang C, Lee SH, Kang TS, Lee SB, Jung SM, Kim DS. Changes in arterial blood gases after use of high-flow nasal cannula therapy in the ED. *Am J Emerg Med*. 2015 Oct;33(10):1344-9.
79. Corley A, Bull T, Spooner AJ, Barnett AG, Fraser JF (2015) Direct extubation onto high-flow nasal cannulae postcardiac surgery versus standard treatment in patients with a BMI ≥ 30 : a randomised controlled trial. *Intensive Care Med* 41:887–894.
80. de Paula LC, Siqueira FC, Juliani RC, de Carvalho WB, Ceccon ME, Tannuri U. Post-extubation atelectasis in newborns with surgical diseases: a report of two cases involving the use of a high-flow nasal cannula. *Rev Bras Ter Intensiva* 2014 Jul-Sep;26(3):317-20
81. Suzuki Y, Takasaki Y. Respiratory support with nasal high-flow therapy helps to prevent recurrence of postoperative atelectasis: a case report. *Journal of Intensive Care*. 2014 Jan 14;2(1):3.

82. Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, Díaz JJ, Concha A, Los Arcos M, et al. Predictive factors of non invasive ventilation failure in critically ill children: a prospective epidemiological study. *Intensive Care Med* 2009;35:527-36.
83. Yaman A, Kendirli T, Ödek Ç, Ateş C, Taşyapar N, Güneş M, İnce E. Efficacy of noninvasive mechanical ventilation in prevention of intubation and reintubation in the pediatric intensive care unit. *J Crit Care*. 2016 Apr;32:175-81.
84. Fauroux B, Lavis JF, Nicot F, Picard A, Boelle PY, Cle´ment A, et al. Facial side effects during noninvasive positive pressure ventilation in children. *Intensive Care Med* 2005;31(7):965-969.
85. Zhonghua Er Ke Za Zhi. Efficacy and safety of heated humidified high-flow nasal cannula for prevention of extubation failure in neonates. 2014 Apr;52(4):271-6.
86. Hernández G, Vaquero C, González P, Subira C, Frutos-Vivar F, Rialp G, Laborda C, Colinas L, Cuenca R, Fernández R. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Conventional Oxygen Therapy on Reintubation in Low-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016 Mar 15.
87. Larrar S, Essouri S, Durand P, Chevret L, Haas V, Chabernaud JL, et al. Effects of nasal continuous positive airway pressure ventilation in infants with severe acute bronchiolitis. *Arch Pediatr* 2006;13:1397-03.
88. Bernet V, Hug MI, Frey B. Predictive factors for the success of noninvasive mask ventilation in infants and children with acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:660-4
89. Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM: Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure outside clinical trials: experience at the Massachusetts General Hospital. *Crit Care Med* 2008, 36:441–447.
90. Essouri S, Carroll C; Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Noninvasive support and ventilation for pediatric acute respiratory distress syndrome: proceedings from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med*. 2015 Jun;16(5 Suppl 1):S102-10.
91. Carrillo A, Gonzalez-Diaz G, Ferrer M, Martinez-Quintana ME, Lopez-Martinez A, Llamas N, Alcazar M, Torres A. Non-invasive ventilation in community acquired

- pneumonia and severe acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2012, 38:458–466.
92. Farley RC, Hough JL, Jardine LA. Strategies for the discontinuation of humidified high flow nasal cannula (HHFNC) in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jun 4;6:CD011079.
93. Singh G, Pitoyo CW. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Acta Med Indones*. 2014 Jan;46(1):74-80.
94. Cross AM. Non-invasive ventilation in critical care. *Intern Med J*. 2012 Oct;42 Suppl 5:35-40.
95. Ornico SR, Lobo SM, Sanches HS, et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome after acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2013;17:R39.
96. Nesbitt G, Guy KJ, König K. Unplanned extubation and subsequent trial of noninvasive ventilation in the neonatal intensive care unit. *Am J Perinatol*. 2015 Sep;32(11):1059-63.
97. Fioretto JR, Ribeiro CF, Carpi MF, Bonatto RC, Moraes MA, Fioretto EB, Fagundes DJ. Comparison between noninvasive mechanical ventilation and standard oxygen therapy in children up to 3 years old with respiratory failure after extubation: a pilot prospective randomized clinical study. *Pediatr Crit Care Med*. 2015 Feb;16(2):124-30.

EKLER**EK-1: NIMV veri izlem formu**

Ad-Soyad:		Dosya No:		Yaş:				
Cinsiyet:		Boy:		Kilo:				
Tanı:								
Entübasyon nedeni:								
Mekanik ventilatörde kalış süresi (gün)								
Mekanik ventilatör modu								
Daha önceki ekstübasyon denemesi		Var Yok		Sayısı				
İnotrop skoru								
PRISM skoru				PELOD skoru				
Modifiye Downes – Silverman skoru (Ekstübasyon sonrası st.ler)		1. saat	6. saat	12. saat	24. saat	48. saat		
NIMV		modu						
		IPAP/EPAP						
Kan gazı		Saat	0.(ekstübasyon öncesi)	1. (ekstübasyon sonrası)	6.	12.	24.	48.
		pH						
		pCO2						
		pO2						
		FiO2						
Kan basıncı		Sistolik						
		Diastolik						
Kalp tepe atımı								
Oksijenizasyon indeksi								
Ventilatörsüz geçen gün sayısı								
NIMV’de kalış süresi (st)				ICU kalış süresi (gün)				
Komplikasyon		Mortalite	Reentübasyon	Air leak	Enfeksiyon	Abdominal distansiyon		

EK-2: HFNC veri izlem formu

Ad-Soyad:		Dosya No:			Yaş:		
Cinsiyet:		Boy:			Kilo:		
Tanı:							
Entübasyon nedeni:							
Mekanik ventilatörde kalış süresi (gün)							
Mekanik ventilatör modu							
Daha önceki ekstübasyon denemesi		Var Yok		Sayısı			
İnotrop skoru							
PRISM skoru				PELOD skoru			
Modifiye Downes – Silverman skoru (Ekstübasyon sonrası st.ler)		1. saat	6. saat	12. saat	24. saat	48. saat	
Yüksek akımlı nazal kanül ayarları		Akım hızı					
		Humidifikasyon					
Kan gazı	Saat	0. (ekstübasyon öncesi)	1. (ekstübasyon sonrası)	6.	12.	24.	48.
	pH						
	pCO2						
	pO2						
	FiO2						
Kan basıncı	Sistolik						
	Diastolik						
Kalp tepe atımı							
Oksijenizasyon indeksi				Ventilatörsüz geçen gün sayısı			
HFNC'de kalış süresi (st)				ICU kalış süresi (gün)			
Komplikasyon	Mortalite			Air leak			
	Reentübasyon			Enfeksiyon			
	NIMV			Abdominal distansiyon			

EK-3: PRISM skoru değişkenleri

Parametreler	Skor ve yaşıa göre aralıklar		
Sistolik kan basıncı (mm/Hg)	Skor: 3	Skor: 7	
Yenidoğan	40-55	<40	
Bebek	45-65	<45	
Çocuk	55-75	<55	
Adolesan	65-85	<65	
Vücut sıcaklığı	<33 °C ya da >40 °C	Skor: 3	
Mental durum	Stupor/Koma/GKS<8	Skor: 5	
Kalp hızı (atım/dk)	Skor: 3	Skor: 4	
Yenidoğan	215-225	>225	
Bebek	215-225	>225	
Çocuk	185-205	>185	
Adolesan	145-155	>145	
Pupil refleksi	Skor: 7	Skor: 11	
	Unilateral fikse	Bilateral fikse	
Asidoz	Skor: 2	Skor: 6	
pH ya da	7.0-7.28	<7.0	
Total CO ₂ (mmol/L)	5-16.9	<5	
pH	Skor: 2	Skor: 3	
	7.48-7.55	>7.55	
Total CO₂ (mmol/L)	> 34	Skor: 4	
PCO₂ (mm Hg)	Skor: 1	Skor: 3	
	50-75	>75	
PaO₂ (mm Hg)	Skor: 3	Skor: 6	
	42-49	<42	
Glukoz (mg/dL)	>200	Skor: 2	
Potasyum (mmol/L)	>6.9	Skor: 3	
BUN (mg/dL)	Skor: 3		
Yenidoğan	>11.9		
Diğer yaş grupları	>14.9		
Kreatinin (mg/dL)	Skor: 2		
Yenidoğan	>0.85		
Bebek	>0.90		
Çocuk	>0.90		
Adolesan	>1.30		
Beyaz küre sayısı (sayı/mm³)	<3.000	Skor: 4	
Platelet sayısı (x 10³ hücre/mm³)	Skor: 2	Skor: 4	Skor: 5
	100-200	50-99	<50
PT ya da PTT (sn)	Skor: 3		
Yenidoğan	PT>22.0 veya PTT>85.0		
Diğer yaş grupları	PT>22.0 veya PTT>57.0		

EK-4: PELOD skoru değişkenleri

		Skor			
Sistem ve değişkenler	Yaş Grupları	0	1	10	20
Nörolojik GKS Pupil yanıtı		12-15 ve reaktif	7-11	4-6 veya fikse	3
Kardiyovasküler Kalp hızı (atım/dk) Sistolik kan basıncı (mm/Hg)	<12 yaş ≥12 yaş <1 ay ≥1 ay, <12 ay ≥12 ay, <12 yaş ≥12 yaş	≤195 ≤155 ve >65 >75 >85 >95		>195 >155 veya 35-65 35-75 45-85 55-95	<35 <35 <45 <55
Renal Kreatinin (mg/dL)	<7 gün ≥7 gün, <1 yaş ≥1 yaş, <12 yaş ≥ 12 yaş	<1.59 <0.62 <1.13 <1.59		≥1.59 ≥0.62 ≥1.13 ≥1.59	
Pulmoner PaO ₂ /FiO ₂ oranı (mm/Hg) PaCO ₂ (mm/Hg) Mekanik ventilasyon ihtiyacı		>70 ve ≤90 ve yok		≤70 veya >90	
Hematolojik Beyaz küre sayısı (10 ⁹ /L) Platelet sayısı (10 ⁹ /L)		≥4.5 ve ≥35	1.5-4.4 veya <35	<1.5	
Hepatik ALT (IU/L) PT (%) veya INR		<950 ve >60 <1.4	≥950 veya ≤60 ≥1.4		