

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖĞÜS HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**HIZLI YÜZEYEL SOLUNUM İNDEKSİNİ MEKANİK VENTİLASYON
SIRASINDA EN İYİ TAHMİN EDEN MOD VE BASINÇLARIN
KOMBİNASYONUNUN BELİRLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. ŞENAY DEMİRTAŞ

**TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. GÜL GÜRSEL**

ANKARA - 2008

TEŞEKKÜR

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı'nda asistanlık eğitimimi tamamlarken;

Çalışma sırasında bilimsel katkıları ile bana yardımcı olan, bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım ve hocam **Sayın Prof. Dr. Gül Gürsel'e**,

Asistanlığım süresince klinik tecrübelerinden faydalanma fırsatı bulduğum, akademik yönleriyle olduğu kadar örnek davranışlarıyla da hepimizin gönlünde yer tutan saygıdeğer **tüm hocalarıma**,

Onların yanında kendimi her zaman mutlu hissettiğim, beraber çalıştığım tüm **araştırma görevlisi arkadaşlarıma**,

Tüm **klinik çalışanlarına**,

Eğitim sürem boyunca bana her konuda destek olan ve yardımlarını esirgemeyen **sevgili aileme**,

Teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Dr. Şenay DEMİRTAŞ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Solunum Yetmezliği.....	3
2.2. Mekanik Ventilasyon.....	3
2.2.1. Mekanik Ventilasyon Endikasyonları	4
2.3. Mekanik Ventilatörden Ayırma (Weaning)	6
2.3.1. Giriş	6
2.3.2. Mekanik Ventilatörden Ayırma Parametreleri.....	9
2.3.3. Mekanik Ventilasyondan Ayırma Göstergeleri.....	14
2.3.4. Günlük Değerlendirme (Daily Screening).....	16
2.3.5. Spontan Soluma Denemesi (Spontaneous Breathing Trial)	17
2.3.6. Mekanik Ventilasyondan Ayırma Yöntemleri.....	19
2.3.7. Ayırma Başarısızlığını Etkileyen Faktörler	23
2.3.8. Ekstübasyon	25
2.3.9. Kapnografi (Kapnometri).....	27
3. MATERYAL-METOD	28
3.1. Hasta Popülasyonu	28
3.2. Ayırma Protokolü	28
3.3. Hastaların Çalışmaya Hazırlanması.....	30
3.4. Fizyolojik Değerlendirme ve Kapnografinin Rolü	30
3.5. Ekstübasyon Aşaması.....	31

3.6. Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri.....	32
3.7. İstatistiksel Değerlendirme	32
4. BULGULAR	33
5. TARTIŞMA-SONUÇ	45
6. ÖZET	53
7. SUMMARY	55
8. KAYNAKLAR	57

KISALTMALAR

ACV	: Asiste kontrollü ventilasyon
APACHE	: Acute Physiology Assessment and Chronic Health Evaluation
ARDS	: Akut solunum sıkıntısı sendromu
ASY	: Akut solunum yetmezliği
DKB	: Diyastolik kan basıncı
f	: Frekans (Solunum sayısı)
GD	: Günlük değerlendirme (Daily Screening)
HYSİ	: Hızlı yüzeyel solunum indeksi
IMV	: Intermittent Mandatory Ventilation (Aralıklı zorunlu ventilasyon)
İMV	: İnvaziv mekanik ventilasyon
KKY	: Konjestif kalp yetmezliği
KOAH	: Kronik obstruktif akciğer hastalığı
MIP	: Maximum Inspiratory Pressure
MMV	: Mandatory Minute Ventilation (Zorunlu dakika ventilasyonu)
MV	: Mekanik ventilasyon
NİMV	: Noninvaziv mekanik ventilasyon
OSAS	: Obstruktif uyku apne sendromu
PEEP	: Pozitif End Ekspiratory Pressure
PETCO₂	: End-tidal CO ₂
PSV	: Pressure Support Ventilation (Basınç destekli ventilasyon)
PTE	: Pulmoner tromboembolizm

ROC	: Receive Operating Characteristics
SIMV	: Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon)
SKB	: Sistolik kan basıncı
SSD	: Spontan soluma çalışması (Spontaneous Breathing Trial)
SY	: Solunum yetmezliği
USOT	: Uzun süreli oksijen tedavisi
V/Q	: Ventilasyon perfüzyon oranı
VA	: Alveolar ventilasyon
VD	: Ölü boşluk ventilasyonu
VE	: Dakika ventilasyonu
VİP	: Ventilatör ilişkili pnömoni
VK	: Vital kapasite
VT	: Tidal volüm
YBÜ	: Yoğun Bakım Ünitesi

1. GİRİŞ

Solunumun yeterli olabilmesi için solunum merkezi, ventilasyon, difüzyon ve perfüzyonun tam olması gerekir. Bu fonksiyonlardan herhangi birinde bozukluk solunum yetmezliği (SY) olarak karşımıza çıkar. SY hipoksemik ve hiperkapnik olabilir. Mekanik ventilasyon (MV), gaz değişim fonksiyonu yeterli olmayan hastalarda kullanılan bir tedavi yöntemidir ve yeterli soluk hacmi oluşturmak amacı ile hava yollarına akım ve basınç gönderilmesidir.

Hastayı mekanik ventilatörden ayırma (weaning-discontinuation), hastanın solunum cihazına bağlı kalmasını ortadan kaldırmak amacıyla solunum desteğinin yavaş yavaş azaltılması ve MV desteğinin sonlandırılması demektir (39). MV desteğinin yavaş yavaş sonlandırılması sırasında solunum iş yükünü hastaya aktaran bazı stratejilerin uygulanması gerekir. Hastanın spontan solunum ve oksijenizasyonunu devam ettirip ettirmeyeceğini tahmin etmeye çalışan ölçüm metodları mevcuttur. Bunların içinde hızlı yüzeysel solunum indeksi (**HYSİ**; Rapid shallow breathing index; **RSBI**), üzerinde en çok çalışılan ve prediktif değeri en yüksek olan indekstir.

HYSİ ilk kez 1990 yılında Yang ve Tobin tarafından ayırma ve ekstübasyon parametresi olarak tanımlanmıştır (36). **HYSİ** dakikadaki solunum sayısının (frekans; f) soluk hacmine (tidal volüm; VT) bölünmesiyle bulunan bir değerdir. f / VT oranının bilinen bazı özellikleri mevcuttur; ölçümü kolaydır, hastanın efor ve kooperasyonundan bağımsız bir faktördür, belirleyici özelliği fazladır, hatırlaması kolay ve düzeltilebilir eşik değeri mevcuttur (68). Bu oranın 105 değerinin üstünde olmasının genel olarak hastanın ventilatörden ayrılmaya hazır olmadığını yansıttığı düşünülmektedir (36). Yapılan çalışmalarda **HYSİ**'nin

< 100–105 solunum/dk/L olması durumunda sensitivite %97, spesifite %65 olarak hesaplanmıştır (68).

Bu çalışmada amaç HYSİ'ni orijinal metoduna yani ventilatör desteğinin olmadığı sırada yapılan ölçüme en yakın şekilde ölçen ve hastanın ventilatörden ayrılmaya hazır olduğunu en iyi tahmin eden mekanik ventilatör mod ve basınç kombinasyonunu saptamaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SOLUNUM YETMEZLİĞİ

Solunum birçok sistemin ortak çalışması ile gerçekleşen bir fonksiyondur. Solunumun yeterli olabilmesi için solunum merkezi, ventilasyon, difüzyon ve perfüzyonun tam olması gerekir. Bu fonksiyonlardan herhangi birinde meydana gelen bozukluk SY olarak karşımıza çıkar. Hipoksemik ve hiperkapnik solunum yetmezlikleri en sık görülenidir. Cerrahi sonrası ve şoka bağlı gelişen solunum yetmezlikleri ise daha nadir görülür (52, 64). MV uygulama nedenleri arasında akut SY (akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS), kalp yetmezliği, pnömoni, sepsis, cerrahi komplikasyonları ve travma en sık nedenlerdir) % 66 olarak bildirilmiştir (20).

2.2. MEKANİK VENTİLASYON

MV gaz değişim fonksiyonu gerçekleşmeyen veya ventilasyonu yeterli olmayan hastalarda uygulanan bir yöntemdir ve akciğer hacimlerindeki değişiklikleri düzenlemek amacı ile hava yollarına akım ve basınç gönderilmesidir. SY' ye neden olan klinik durumlar akciğer veya akciğer dışı nedenler olabilir ve sonuçta bu durumlarda ölü boşluk ventilasyonu, ventilasyon / perfüzyon (V / Q) dengesizliği, şant, difüzyon defekti, solunum yetmezliği ve oksijenizasyon yetersizliği rol oynayabilir. Akut ya da kronik olarak gelişen bu durumlarda solunum sistemi fonksiyonlarında yaşamı tehdit edecek dereceye ulaşabilen bozukluklar gelişebilir. Böyle bir klinik tabloda medikal ve/veya cerrahi tedavi ile iyileşme elde edilinceye

kadar solunumun kısmen ya da tamamen desteklenmesi gerekir ki bu destek ventilatör yardımı ile sürdürülür (43).

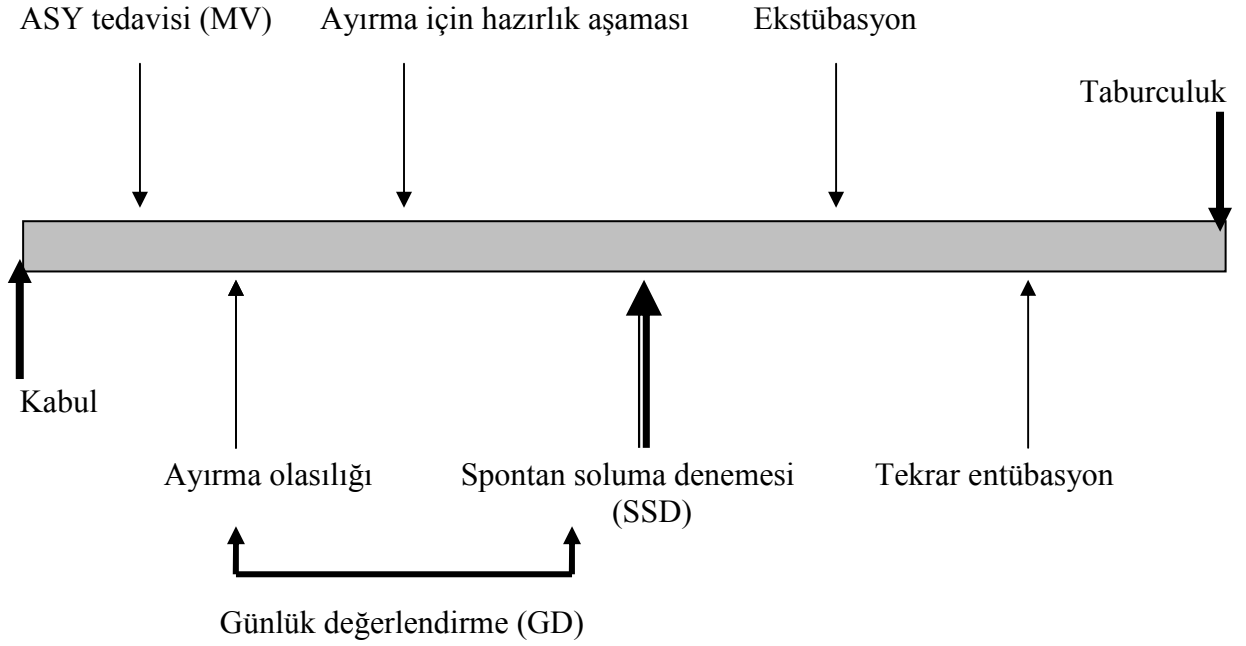
2.2.1. MEKANİK VENTİLASYON ENDİKASYONLARI

Solunum işinin artması, solunum yetersizliği ve solunum durması MV'nin genel endikasyonlarıdır. MV endikasyonu konulduktan sonra hastaya verilecek olan ventilasyon desteğinin şekline karar vermek gerekir. Entübasyondan önce hastanın noninvaziv mekanik ventilasyon (NİMV) için uygun bir hasta olup olmadığı araştırılmalı ve uygun değilse de invaziv mekanik ventilasyon (İMV) yapılmalıdır. İMV için yoğun bakım koşulları gereklidir. Mekanik ventilasyonda amaç, VT ve solunum hızını düzelterek ventilasyonu düzeltmek, sinir veya kas disfonksiyonunda hastayı asiste etmek, solunumsal asidozu düzeltmek, solunum kaslarını dinlendirmek, hipoksemiye düzeltmek ve kardiyak fonksiyonları düzeltmektir. Genel olarak MV endikasyonları **Tablo I**'de belirtilmiştir.

Tablo I: MV endikasyonları

-
1. Solunum veya kalp durması
 2. Takipne, bradipne, solunum güçsüzlüğü, solunum arrestine gidiş
 3. Akut respiratuvar asidoz
 4. Refrakter hipoksemi
 5. Bilincin iyi olmaması nedeniyle havayolunun korunamaması
 6. Aşırı solunum işine neden olan şok
 7. Hastanın sekresyonlarını atamaması
 8. Akut kafa içi basınçta kısa süreli artış

Optimum solunum desteği için hacim, basınç ve akış parametrelerinin hastanın solunumu ile uyumlu olacak şekilde seçilmesi gerekir (57). Bu da volüm veya basınç kontrollü modlarla uygulanabilir. Volüm kontrollü modlarda, hastaya verilen VT sabit iken havayolu basıncı değişkendir. Basınç kontrollü modlarda ise havayolu basıncı sabit, hastaya verilen VT değişkendir. Uygulanacak ventilasyon modu, spontan solunuma ne kadar yakınsa o kadar iyi hasta uyumu sağlanır ve daha az sedasyon gerekir. Tüm ayırma parametreleri de göz önünde bulundurularak MV gereksinimi olan hastalar entübasyondan ekstübasyon aşamasına kadar farklı evrelerde takip edilir (**Şekil 1**) (3).



Şekil 1: MV' de takip edilen hastaların farklı evrelerde değerlendirilmesini gösteren şematik sunu (**ASY:** Akut solunum yetmezliği)

MV' de kalma süresinin % 40-50'sini ayırma işlemi oluşturur (3, 21, 25). Coplin ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ekstübasyon aşamasında gecikme olmadığında mortalite % 12 iken gecikme olduğunda mortalitenin % 27'ye çıktığı görülmüştür (12). Bu nedenle ayırma işlemine başlamadan önceki hazırlık kriteri hastanın günlük sistemik değerlendirilmesidir. Sistemik değerlendirme ile ayırma süresi kısılır ve MV' de kalma süresi en aza iner. Bu özellikle başarılı ekstübasyon ve sağkalımda bağımsız belirleyici faktördür (14, 15). Bundan sonraki bölümde ayırma işlemi üzerinde durulacaktır.

2.3. MEKANİK VENTİLATÖRDEN AYIRMA (WEANING)

2.3.1. GİRİŞ

Mekanik ventilatörden hastayı ayırma, ingilizce literatürdeki terimleriyle 'weaning-discontinuation', hastanın iyileşmesi ve solunum desteği endikasyonunun ortadan kalkmasıyla aşamalı olarak mekanik ventilatör desteğinin sonlandırılması demektir (39, 42). Tüm yazı boyunca işlem 'ayırma' olarak geçecektir.

MV'nin enfeksiyon ve baro travma gibi komplikasyonları olduğundan hastaların 'her gün ventilatör desteğine ihtiyaçlarının olup olmadığının tekrar değerlendirilmesi' gerekir (27, 54, 70). Gereksiz yere ventilatör desteğinin sürdürülmesi yanında, erken sonlandırma da kendine özgü komplikasyonları olan bir işlemdir. MV desteğinin kesilme işlemi, tüm mekanik ventilatörlerde geçen sürenin yaklaşık % 43'ünü oluşturur (21). Pek çok hasta (yaklaşık % 76), MV'nin sonlandırılıp spontan solunuma geçilmesine kolaylıkla uyum sağlar. Ancak hastada solunum kas güçsüzlüğü ve akciğer mekaniklerini etkileyen herhangi bir problem

oluşmuşsa, hastanın ventilatörden ayrılıp spontan solunumu devam ettirmesinde güçlükle karşılaşılabilir. Bu durumda, MV desteğinin yavaş yavaş sonlandırılması sırasında ‘solunum iş yükünü hastaya aktaran bazı stratejilerin’ uygulanması gerekir. ‘Ayırma’, spontan solunuma hemen uyum sağlayamayacak hastalar için solunum desteğinin yavaş yavaş geri çekilmesi işlemidir. Bu genellikle birkaç aşamada gerçekleşir;

1. Pozitif basınçlı ventilasyon ve PEEP desteğini azaltma,
2. Endotrakeal tüpten ve trakeotomiden ayırma,
3. Oksijen desteğinden ayırma.

Anksiyete, depresyon ve ağrı ventilatörden ayrılmada başarısızlığa neden olabilir (66). Mental fonksiyonları etkileyen sedatif ilaçların kullanılması, yaşlı olmak ve uyku uyuyamamak bu durumu daha da arttırır. Ayırma başarısı için mental durumun dikkatli gözlenmesi ve deliryumun kontrol altına alınması gerekir (46).

Artmış solunum iş yükü altında solunum kasları yüksek miktarda oksijen tüketirler. Solunum işinin artması ve stres, katekolamin deşarjı ile diğer organların oksijen talebini de arttırır. Kardiyak atım hacmi (output) de düştüğünde, artmış oksijen talebi hipoksiyi derinleştirir. Miks venöz kana karışan desatüre kan, hipoksiyi daha da arttırır. Üstelik artmış metabolik ihtiyaç, miyokardiyal dekompanseasyon, iskemi ve diyastolik disfonksiyona neden olur. MV devam ederse solunum iş yükünde azalma ile birlikte bu problem de azalır (46).

Spontan solunumu devam ettirmek için solunum kas kuvveti ve solunum merkez fonksiyonunun yeterli olması gerekir. Özellikle aşırı sedasyon ve kronik hiperkapni varlığında solunum depresyonu gelişip CO₂ retansiyonu ve hipoksiye eğilim artar. Ventilatörden

ayrılamanın en önemli nedeni spontan solunum sırasında nefes darlığının oluşmasıdır. Solunum işiyle dakika ventilasyonu (VE) arasındaki yakın ilişki nedeniyle VE' yi azaltmak, solunum iş yükünü azaltmada önemli fayda sağlar. Üç faktör VE' yi belirler:

- CO₂ üretimi,
- Ventilasyonun etkinliği,
- Solunum merkezinin duyarlılığı.

Ateş, titreme, ağrı, ajitasyon, artmış solunum işi, sepsis ve aşırı beslenme yoğun bakım ünitesinde CO₂ üretiminin artmasının en sık nedenleridir. CO₂ atılımı için gerekli olan alveolar ventilasyon (VA), ölü boşluk ventilasyonu (VD) çıkarılmış olan dakika ventilasyonudur (VE). Şu formülle gösterilebilir: $VA = VE \times (1 - VD/VT)$. Yoğun bakım hastalarında tromboemboli, vaskülitik arter oklüzyonları veya hipovolemi akciğerin perfüzyonu nu azaltır ve sonuçta ölü boşluk ventilasyonu artarak, dakika ventilasyonu azalır. Tidal volümün az olması da anatomik ölü boşluğun artmasına neden olur. Bunlara ilave olarak ventilatör setleri, endotrakeal tüp ve nemlendiriciler de ölü boşluğu arttırır. İleri yaş, nörolojik bozukluk, hipotiroidizm, aşırı sedasyon, uyku yoksunluğu ve metabolik alkalozis solunum merkezi fonksiyonlarını kötü yönde etkiler. Hastanın ayırmayı anlaması ve kooperasyonu için anksiyeteyi azaltmak gerekir. Oksijen desteği yapmak, panik reaksiyonları azaltmada yardımcı olur. Hastaların ayrıca sol kalp yetmezliği açısından değerlendirilmesi gerekir. Böyle hastalar çok kolay bir şekilde ayırma sonrası akciğer ödeme girerler. Bazı hastalarda da ayırma işlemi sonrası miyokardiyal iskemi gelişir (46).

2.3.2. MEKANİK VENTİLATÖRDEN AYIRMA PARAMETRELERİ

Aşağıda hastanın mekanik ventilasyondan ayrılmaya hazır olup olmadığını değerlendirmede kullanılan parametreler açıklanmıştır (33, 49, 56, 58, 69). Her bir parametre için eşik değerler **Tablo II**'de verilmiştir (17).

2.3.2.1. TİDAL VOLÜM (VT): Bir soluk sırasında akciğerlere giren ve çıkan hava

volümünü gösterir. Normal değeri 5–8 ml / kg'dır. 5ml / kg altındaki değerler mekanik ventilasyon için endikasyon oluşturur. Solunum sistemi kompliyansı ve rezistansı, hava yolu basınçları, PaO₂ ve PaCO₂ değerlerinden etkilenebilir.

2.3.2.2. SOLUNUM FREKANSI (f): Bir dakika içerisinde yapılan solunum sayısıdır.

Normal değeri erişkinler için 12–20 soluk / dk'dır. 35 soluk / dk'nın üzerindeki değerler hipoksemi veya yetersiz VE' yi işaret eder.

2.3.2.3. OKSİJEN KONSANTRASYONU (FiO₂): Ciddi hipoksemik hastalarda FiO₂: 1,0

ile başlanır. En kısa sürede PaO₂ > 60 mmHg ve SaO₂ > % 90'a ulaşılması hedeflenir. Ancak kısa sürede, saatler-günler içinde en az toksik olduğu düşünülen FiO₂ düzeylerine ulaşmak gerekir (FiO₂ < 0,6). Ayırma öncesi değerlendirmede ise yeterli oksijenizasyonu sağlamak için FiO₂ ≤ 0.4'de SaO₂ > % 90, PaO₂ / FiO₂ ≥ 150 mmHg, PEEP ≤ 8 cmH₂O düzeylerine ulaşmak amaçlanır.

2.3.2.4. EKSPİRASYON SONU POZİTİF BASINÇ (POSITIVE END EXPIRATORY

PRESSURE) (PEEP): Ekspiryum sonunda havayollarına pozitif basınç uygulanmasıdır. Teorik olarak, ekspirasyon sonunda erken havayolu kapanmasını ve alveol kollapsını önlemeye yardımcı olur. ARDS ve akciğer ödemi gibi diffüz infiltrasyonlar ve ciddi hipoksemi ile seyreden solunum yetmezliklerinde, mediastinal

kanamayı kontrol etmek için kardiyak cerrahi sonrasında, özellikle postoperatif olmak üzere atelektazi tedavisinde ve intrinsek PEEP varlığında solunum işini azaltmak için kullanılır. Genellikle 5 cmH₂O olarak ayarlanır. ARDS'li hastalarda daha yüksek değerler gerekebilir.

2.3.2.5. MAKSİMUM İNSPİRATUAR BASINÇ (Maximum Inspiratory Pressure=MIP

veya P_{imax}): Negatif inspiratuar kuvvet (NIF) olarak da bilinmektedir. MIP ventilasyon sırasında havanın akciğer içine hareketi ve öksürme için hastanın mekanik yeterliliğinin değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir. İnspiryum kas gücü direkt olarak kapalı bir hava yoluna karşı maksimum istekli inspiyum yapılırken ölçülebilir. MIP rezidüel volüme kadar zorlu ekspiyum yapıldıktan sonra yapılan maksimum inspiyum manevrası sırasında ölçülen maksimum negatif basınçtır (30). MIP en negatif değere ulaştığında ölçüm durdurulur. Hastanın hata yapmadığından emin olunmalıdır. Normal değeri “-50,-100 cmH₂O” dur. “0-20 cmH₂O” arasındaki değerlerde öksürme için gerekli VT oluşturulamadığını gösterir.

2.3.2.6. VİTAL KAPASİTE (VK):

Zorlu bir inspirasyonu takiben zorlu bir ekspiyum sonunda okunan volüm değeridir. VK'nin normal değeri 65-75 ml / kg'dır. 15 ml / kg altındaki değerler normal ventilasyon ve öksürük mekanizmalarını sürdürmek için yetersizdir.

2.3.2.7. ALVEOLER VENTİLASYON (VE):

Bir dakika içerisinde akciğerlere giren ve çıkan hava hacmini gösterir. Tidal volüm ve frekansla direkt ilişkilidir ($VE = VT \times f$). Normal VE değeri 5-6 L / dak'dır. Stabil bir PaCO₂ için en önemli parametredir.

2.3.2.8. P_{0.1} (OKLÜZYON BASINCI):

İnspiryuma başlandığı anda ilk 100 ms'n'de ölçülen negatif hava basıncıdır. Erken dönemde ölçüldüğü için oluşan negatif havayolu basıncı

solunumun santral regülasyonu ile orantılıdır. Solunum dürtüsü artarsa $P_{0.1}$ yüksek, azalırsa $P_{0.1}$ düşüktür.

2.3.2.9. VD/VT (ÖLÜ BOŞLUK SOLUNUMU): Ölü boşluğun anatomik, alveoler ve fizyolojik 3 tipi vardır. Ölü boşluk ventilasyonu perfüzyon olmaksızın yapılan ventilasyondur. Anatomik olarak iletilici hava yolları ve üst hava yollarındaki hava gaz değişimine katılmaz. Buna ölü boşluk ventilasyonu denir. Fizyolojik ölü boşluk (VD), anatomik ve alveoler ölü boşluğun toplamından elde edilir. Normal şartlarda anatomik ölü boşluğa yakındır. Fizyolojik ölü boşluğun tidal volüme oranı VD / VT ölü boşluk solunumunu verir. Şu şekilde formülize edilir;

$$VD / VT = (PaCO_2 - PETCO_2) / PaCO_2$$

$PaCO_2$ arteriyel CO_2 'yi, $PETCO_2$ ise ekspiryum havasındaki PCO_2 'yi göstermektedir. Bu ikisi arka arkaya ölçülmelidir. VD / VT oranının % 60 altında olması MV'den ayırma aşamasında normal değer olarak kabul edilir. Ölü boşluk ventilasyonunun ciddi olması veya uzun sürmesi, yetersiz ventilasyon, kas yorgunluğu ve oksijenizasyon yetersizliğine neden olur (64).

2.3.2.10. HIZLI YÜZEYEL SOLUNUM İNDEKSİ (HYSİ):

Bir dakika boyunca spontan solurken dakikadaki solunum sayısının, tidal volüme oranı HYSİ olarak adlandırılır ve şu şekilde formüle edilir (17, 68):

$$HYSİ = f / VT$$

HYSİ ilk kez 1990 yılında Yang ve Tobin tarafından ayırma ve ekstübasyon parametresi olarak tanımlanmıştır. Oranın 105'in üstünde olduğu durumlar ayırma

yetersizliği olarak tanımlanır (36). HYSİ, ölçümü kolay, belirleyici özelliği fazla, hastanın efor ve kooperasyonundan bağımsız bir indekstir. Solunum yetmezlikli hastalar sıklıkla hızlı yüzeyel solunum paterni geliştirirler. Tidal volüm azalması her nefeste yapılan elastik işi azaltır ve sonuçta ölü boşluk solunumu artarak solunumun etkinliği azalır. Düşük tidal volüme bağılı atelektazi oluşumu solunum işini daha da arttırır. Ventilatörden ayırma işlemi sırasında ilk dakikada T tüpe geçerken ölçülen HYSİ ekstübasyon sonrası dayanıklılığı değerlendirmek için oldukça güçlü bir indekstir ve 105'in altında ise hastanın MV tedavisinin güvenle sonlandırılacağına işaret eder (30, 36). Yapılan çalışmalarda < 100–105 solunum / dk / L olması durumunda sensitivite % 97, spesifite % 65 olarak hesaplanmıştır (68).

Ayırma göstergeleri ile çok sayıda çalışmalar mevcuttur, bunları standardize etmek de güçtür. Bunların içerisinde üzerinde en çok çalışılan ve performansı en iyi olan indeks hızlı yüzeyel solunum indeksidir. HYSİ'nin çalışmalarda saptanan pozitif ve negatif prediktif değerleri **Tablo III**'de gösterilmiştir.

Tablo II: Ayırma parametreleri için normal ve MV gerektiren değerler, sensitivite ve spesifite ölçümleri

Parametre	Normal değer	MV endikasyonu	Sensitivite (%)	Spesifite (%)
f (soluk / dk)	12–20	> 35	97	31
VK (mL / kg)	65–75	< 10		
VT (mL / kg)	5–8	< 5	76	36
MIP (cmH₂O)	(-50)- (-100)	≥ -20	60	47
VE (L / dk)	5–6	> 10	50	40
HYSİ (sol / dk / L)	≤ 105	> 105	97	65
P_{0.1}	0.09 - 0.30	> 4.2	70	80–92
VD / VT (%)	0.25- 0.40	>0.6		

Tablo III: HYSİ'nin çalışmalarda saptanan pozitif ve negatif prediktif değerleri

Çalışma	Hasta sayısı (n)	PPD	NPD
Yang ve Tobin	100	0.78	0.95
Lee at al	52	0.79	0.80
Epstein	94	0.83	0.40
Chatila et al	100	0.72	0.68
Jacob et al	183	0.94	0.50

(PPD: Pozitif prediktif değer, NPD: Negatif prediktif değer)

2.3.3. MEKANİK VENTİLASYONDAN AYIRMA GÖSTERGELERİ

Hastanın spontan solunumu ve oksijenizasyonu devam ettirip ettiremeyeceğini değerlendirmede pek çok kriter öne sürülmüştür. Bunlar klinik ve objektif kriterler olarak sınıflandırılabilir (**Tablo IV**) (3, 44).

Tablo IV: Ayırma öncesi değerlendirilen kriterler**A. Objektif ölçümler*****Klinik stabilite***

* Stabil kardiyovasküler durum

* Stabil metabolik durum

Yeterli pulmoner fonksiyon* $f \leq 35$ solunum / dk* $MIP \leq -20 - -25$ cm H₂O***Yeterli oksijenizasyon**** $FiO_2 \leq 0,4$ 'de $SaO_2 > \% 90$ veya* $PaO_2 / FiO_2 \geq 150$ mmHg* $PEEP \leq 8$ cm H₂O* $VT > 5$ mL / kg* $VK > 10$ mL / kg* $HYSI < 105$ solunum / dk / L

* Respiratuvar asidoz olmaması

Yeterli mental durum

* Sedasyon almaması veya sedasyon altında yeterli mental durum

(veya stabil nörolojik hasta)

B. Klinik değerlendirme

* Yeterli öksürük

* Aşırı sekresyon yokluğu

* Entübasyona neden olan hastalığın rezolusyonu

Tablo IV’ de belirtilen kriterleri değerlendirmek amacıyla günlük değerlendirme (GD) ve spontan soluma denemesi (SSD) yapmak gerekir. Bu açıdan uygun hastalar ayırma çalışmasına alınır.

2.3.4. GÜNLÜK DEĞERLENDİRME (GD) (DAILY SCREENING; DS)

Başarılı bir ekstübasyon için gerekli, prognostik değeri yüksek, her gün sabah 6:30–7:00 saatleri arasında ölçülmesi uygun olan **Tablo V’** de yer alan 7 kriterin saptanmasıyla gelişen bir aşamadır. GD’ yi geçen hastalar spontan soluma çalışmasına alınır (14, 16, 22).

Tablo V: Günlük değerlendirme kriterleri

-
- 1- $Pa O_2 / Fi O_2 > 200$ ($Fi O_2$ % 40–50 iken $Pa O_2 > 60$ mmHg)
 - 2- $PEEP < 5$ cmH₂O
 - 3- $f / VT < 105$ solunum / dk / L
 - 4- $f < 35$ / dk
 - 5- Aspirasyonlar sırasında hastanın öksürük refleksinin yeterli olması
 - 6- Hastanın vazopresör veya sedatif bir ajana ihtiyaç duymaması (intermitan sedatif veya 5 mcgr / kg / dk altında dopamin kabul edilebilir).
 - 7- Ateş olmaması
-

2.3.5. SPONTAN SOLUMA DENEMESİ (SSD) (SPONTANEOUS BREATHING TRIAL; SBT)

GD' yi başarıyla geçen hastalar spontan soluma denemesine alınır. Bu da iki yolla olur:

1- T tüp

2- PS (pressure support, basınç destekli mod) (22, 32).

SSD' ye başlamadan önce sedatif ilaçların etkileri ortadan kalkmış olmalıdır ve hasta mümkün olduğu kadar dik olarak oturtulmalıdır. Solunum desteğinin azaltıldığı bu dönemde, hasta çok yakından takip edilmeli ve aspirasyon riski yüksek olan hastalarda gastrik beslenmeye ara verilmelidir.

T tüp ile denemede geleneksel olarak hasta mekanik ventilatörden ayrılır ve oksijenlendirilmiş hava desteğinde kısa bir süre solunum yapar. Eğer iyi tolere ederse süre uzatılır. Hasta 30–120 dk'lık denemede başarılı ise, hemodinamisi bozulmamışsa, kan gazları bozulmamışsa spontan solunuma devam ettirilir.

PS yani basınç destekli modda ise solunum kaslarının güçlenmesi ve kaslarla solunum merkezi arasındaki koordinasyon amaçlanır. Solunum sayısını 25–30 / dk'nın altında tutacak şekilde basınç desteği ayarlanır. Doğal bir solunum desteğidir. PS ile solunum sayısı 20'nin altında, tidal volüm 7–8 ml / kg olan toleransı iyi her hastada 30–120 dk'da destek 2–4 cmH₂O azaltılır. Eğer hastanın son değerleri % 50 kötüleşirse hasta tekrar eski ayarlara

alınarak takip edilir. **Tablo VI**'da belirtilen durumlar geliştiğinde, ayırma işlemi sonlandırılmalı ve hasta ventilatör desteği artırılarak stabilize edilmelidir (3).

Tablo VI: SSD' yi sonlandırma kriterleri

1- Klinik değerlendirme ve sübjektif kriterler

- Ajitasyon ve anksiyete
- Deprese mental durum
- Diyaforez
- Siyanoz
- Artmış efor bulguları

2- Objektif ölçümler

- $FiO_2 \geq 0,5$ iken $PaO_2 \leq 50-60$ mmHg veya $SaO_2 < \% 90$
- $PaCO_2 > 50$ mmHg veya $PaCO_2 > 8$ mmHg artış olması
- $pH < 7.32$ veya $pH \geq 0.07$ pH birim düşüş olması
- $f/VT > 105$ solunum / dk / L
- $f > 35$ solunum/dk veya $\geq \% 50$ artış olması
- Kalp atımı > 140 atım / dk veya $\geq \% 20$ artış olması
- Sistolik kan basıncı > 180 mmHg veya $\geq \% 20$ artış olması
- Sistolik kan basıncı < 90 mmHg
- Kardiyak aritmiler

2.3.6. MEKANİK VENTİLASYONDAN AYIRMA YÖNTEMLERİ

Ventilatöre bağlı hastaların % 75 gibi büyük bir çoğunluğu, T tüp denemesi ile ventilatörden başarılı bir şekilde ayrılabilir. Geriye kalan hastaların hangi yöntem kullanılarak en kısa sürede ventilatörden ayrılabilceğine yanıt veren iki randomize çalışma mevcuttur (5, 23). T tüp ile yapılan spontan soluma denemeleri, diğer metodlara göre (basınç destekli ventilasyon ve SIMV) hastanın en kısa zamanda mekanik ventilatörden ayrılmasını sağlar. Günde birden fazla sayıda yapılan T tüp denemeleri, günde bir kere yapılan T tüp denemelerine kıyasla ek bir avantaj sağlamaz (23). Daha az zaman alması ve uygulamalar arasında hastaya yeteri kadar dinlenme ve iyileşme imkanı vermesi sebebiyle günde bir kere T tüp uygulaması tercih edilmelidir. Otuz dakika T tüp uygulaması, 120 dakika T tüp uygulamasına kıyasla yoğun bakımda ve hastanede kalış sürelerini azaltır, morbiditeyi ya da mortaliteyi artırmaz (22, 24, 25). Hastanın hangi ventilasyon modları ile ventilatörden ayrılacağı tartışmalıdır. Bugün weaning için tercih edilen ventilasyon modları IMV / SIMV, PS, T tüp denemeleri ve MMV'dir.

2.3.6.1 ARALIKLI ZORUNLU VENTİLASYON (Intermittent Mandatory Ventilation = IMV) / Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation = SIMV)

SIMV sırasında ventilatör, bizim belirlediğimiz miktardaki solunumu hastanın solunumu ile senkronize yaptırır. SIMV modu sıklıkla PSV modu ile birlikte kullanılır. Solunum işinin ventilatör ayarları ile hastaya verilmesi sağlanır, uygun kullanılmazsa da solunum işini arttırıp kas yorgunluğuna neden olabilir. Ortalama bir PS kullanılarak

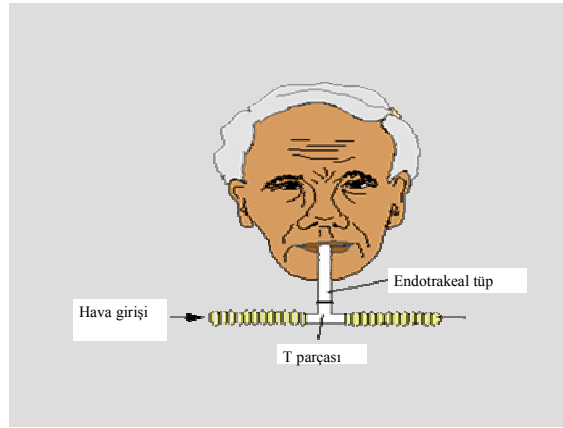
endotrakeal tüpün yaptığı inspiratuar rezistans ortadan kaldırılabilir (67). SIMV modu tek başına kullanıldığında kötü ayırma başarısı göstereceğinden genellikle tavsiye edilmez. Ayırma aşamasında T t p ve PS'nin her ikisinin de SIMV moda üstün olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (11, 32).

2.3.6.2. BASINÇ DESTEKL  VENT LASYON (Pressure Support Ventilation = PSV)

Spontan solunum sabit pozitif basınçla desteklidir. SIMV'den daha doğal bir solunum desteğidir. Fakat solunum sıklığı, inspiratuar süre ve sonlandırma hasta tarafından belirlenir. Solunum kaslarının güçlenmesi ve kaslarla solunum merkezi arasında koordinasyonun sağlanması için güzel bir moddur. PSV yüksek ayarlandıysa tama yakın bir ventilatuar destek sağlanmış olur, düşük destekle de inspiratuar rezistansın yenilmesi sağlanmış olur. Her bir solunum ventilatör tarafından belirlenen seviyede basınçla desteklendiğinden tidal volüm ve solunum frekansı az değişir. Solunum sayısını 25–30 / dk'nın altında tutacak şekilde basınç desteği (PS) ayarlanır. Hasta azalan PS' ye solunum hızını arttırarak uyum sağlar, PS kritik bir değerin altına indiğinde ( rneğin 8 cmH₂O) artık hasta aktif olarak solunumunu devam ettirebilir. Özellikle diğer modlarla da kullanılabilir olması üstünlük sağlar. PSV ile solunum sayısı 20'nin altında, tidal volüm 7–8 ml / kg olan ve rahat gözüken hastada her 30–120 dk'da bir destek 2–4 cmH₂O azaltılır. PSV' deki düşmeye tolerans hastadan hastaya değişir. Bir çalışmada 8 cmH₂O ve altındaki PSV ile yapılan ayırma başarısının T t p ile yapılandan daha yüksek olmadığı belirtilmiştir (5).

2.3.6.3. T T P DENEMESİ

Önceden belirlenmiş bir zaman çizelgesine bağlı olarak ventilatörün hastadan uzaklaştırılmasını içerir. ‘Ayırma’ süreci hasta kısa sürelerle ventilatör desteği almaksızın spontan soluyabildiğinde ve ayırma kriterleri karşılağığında başlar (7, 40). Nemlendirilmiş oksijen kaynağı, hastanın endotrakeal tüpüne eklenmiş olan geniş hortumlu bir T-parçasına bağlanır. Geniş çaplı hortum parçalarından biri de T-parçasının ekshalasyon kısmına bağlanır. Hastaların bu işlem için genellikle oturur veya yarı-yatar pozisyonda olması gerekir ( ekil 2) (53). Hasta sürekli olarak monitorize edilerek dekonnekte edilir ve oksijenlendirilmiş hava desteğinde kısa bir süre solunum yapar. Eğer hasta 30–120 dk’lık denemede başarılı ise hiçbir hemodinamik bozukluk gelişmemişse arter kan gazı değerleri bozulmamışsa ekstübe edilebilir.



Şekil 2: T t p uygulaması

2.3.6.4. ZORUNLU DAKİKA VENTİLASYONU (Mandatory Minute Ventilation = MMV)

İMV ve PSV gibi ayırma yöntemlerinin çoğu, hastanın spontan soluma yetisinde dakikalık değişiklikler olduğunda, sabit bir ventilasyon düzeyini garantilemez. Hastanın spontan ventilasyonu azalırsa, MMV ile ventilatör otomatik olarak destek düzeyini artırır. Tersine spontan soluma yetisini kazanan hastalar, kendi VE'lerini arttırabilirler ve makine otomatik olarak desteği azaltır. MMV, ventilatör monitörlerinin göstergelerini ayarladığı ve bu göstergelere göre düzenleme yaptığı kapalı-halka, servo-kontrollü bir sistemdir (34, 55). MMV ile oluşabilecek problem, hızlı, yüzeysel solunum modelinin önceden ayarlanmış VE değerini karşılayabilmesine karşın, artmış ölü boşluk ventilasyonuna neden olmasıdır. Günümüzde bu modu bir ventilasyon veya ayırma metodu olarak değerlendiren çok fazla çalışma yapılmamıştır.

2.3.6.5. YENİ METODLAR; (Noninvaziv mekanik ventilasyon = NİMV)

NİMV'nin bir ayırma metodu olarak etkinliğini değerlendiren klinik çalışmalar yapılmıştır (26, 47). KOAH alevlenmesine bağlı hiperkapnik solunum yetmezliğiyle entübe edilen hastalar 48 saat sonra ekstübe edilip, takibinde noninvaziv mekanik ventilasyona bağlandığında, NİMV'nin invaziv mekanik ventilasyona kıyasla ventilatörde kalış süresini 6 gün, yoğun bakımda kalış süresini 9 gün kısalttığı, nozokomiyal pnömoni riski ve mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir (47). NİMV'nin rutin olarak bir ayırma yöntemi olarak tavsiye edilebilmesi için KOAH alevlenmesi dışında, yoğun bakımda sık karşılaşılan hasta gruplarında da (pnömoni, ARDS, hemodinamik instabilite) test edilmesi gerekmektedir.

2.3.7. AYIRMA BAŞARISIZLIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Solunum yetmezliğini ağırlaştıran faktörlerin ayırma işlemi öncesi düzeltilmesi gerekir. Bu nedenler ayrıca ayırma başarısızlığında gözden geçirilmesi gereken faktörler olarak da sınıflandırılabilir (**Tablo VII**) (3).

Tablo VII: Ayırma ve ekstübasyon başarısızlığının nedenleri

Patofizyoloji	Dikkate alınması gereken tablolar
1- Solunum yükü	Artmış solunum iş yükü
	Azalmış kompliyans
	Bronkokonstriksiyon
	Artmış dirençsel yük (SBT sırasında: endotrakeal tüp, ekstübasyon sonrası: glottik ödem, sekresyon, balgam retansiyonu)
2- Kardiyak yük	Primer hastalığa bağlı kardiyak disfonksiyon
	Miyokard disfonksiyonu
3- Nöromüsküler	Santral kontrolün baskılanması
	Aşırı sedasyon
	Santral solunum kontrolünün kaybı
	Kas güçsüzlüğü

4- Nörofizyolojik

Deliryum

Anksiyete, depresyon

5- Metabolik

Metabolik bozukluk

Kortikosteroidlerin rolü

Hiperglisemi

6- Nutrisyon

Aşırı kilo

Malnütrisyon

Ventilatör ilişkili diyafram disfonksiyonu

7- Anemi

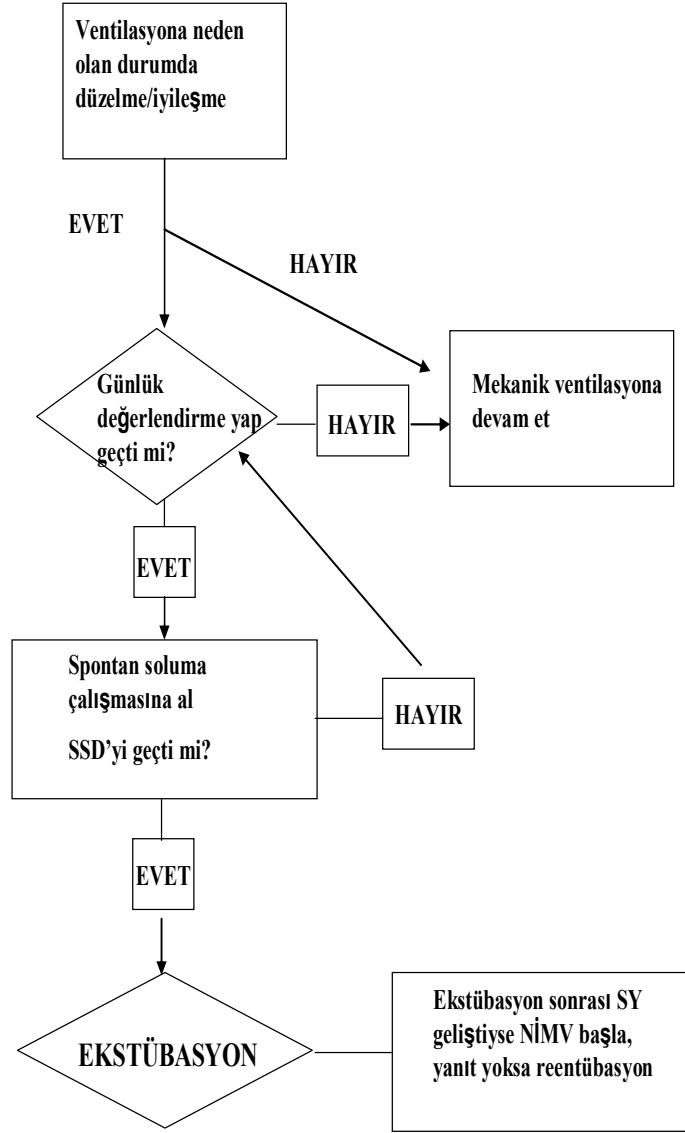
Bronkospazm, sekresyon artışı ve mukozal ödem rezistansı arttıran en önemli faktörlerdir. Bronş spazmı olan hastada sekresyon birikmesi solunum işini önemli miktarda arttırır. Akciğer ödemi, infiltrasyon, yüksek akciğer volümleri, plevral efüzyon, abdominal distansiyon ve yatar pozisyon kompliyansı azaltır. OtoPEEP'in artmış olması solunum iş yükünü arttırır, dışarıdan PEEP uygulaması bu yükü azaltır (51). Solunum iş yükünü etkileyen dış faktörler ise endotrakeal tüp ve ventilatör setleridir. Endotrakeal tüp üst hava yollarının rezistansını ve solunum iş yükünü arttırır. Bu nedenle bazı hastalar direk olarak ekstübe edilmeyi, yavaş yavaş PSV'nin veya SIMV'ın azaltılmasından daha kolaylıkla tolere ederler.

Kötü beslenme kasların zayıflamasına, diyafram kitle ve gücünde azalmaya neden olur. Glukokortikosteroidler protein katabolizmasını artırır. Optimal konsantrasyondaki kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfat, hidrojen iyonu, klor ve CO₂ kas performansını artırır. Kas fonksiyonlarının devam etmesi, kasa sağlanan enerji ile kasın ihtiyacı olan enerjinin uyumlu olmasına bağlıdır. Akut solunum yetmezlikli hastalardaki çalışmalar, spontan solunum sırasında total O₂ tüketiminin % 25'den fazlasının solunum kasları tarafından tüketildiğini göstermiştir (normalde % 1–3).

2.3.8. EKSTÜBASYON

30–120 dakika T tüp denemesini Tablo VI'daki durumlar gelişmeden tamamlayan hastalar ekstübasyon için değerlendirilmelidir (**Şekil 3**). Genel olarak ekstübasyon, ayırmadan farklı bir işlemdir. Ekstübasyon ve sonlandırma kısa sürelerle ventile edilen hastaların çoğunda eşzamanlıdır. Eğer hasta sekresyonlarını harekete geçirebiliyorsa, aşırı sekresyonu yoksa ve kaf söndürüldüğünde peritübüler kaçak mevcutsa, ekstübasyonun başarı olasılığı yüksektir (59).

Ventilatörden ayrıldıktan sonra ilk 24–48 saat çok önemlidir ve hasta yakın takip edilmelidir. Kardiyak iskemi, pulmoner konjesyon, atelektazi, sekresyon birikmesi, orofarengeal aspirasyon veya geçici olarak subglottik çökme stres yapabilir. Hasta derin nefes, öksürük ve mobilizasyon için cesaretlenmelidir. Erken dönemde NİMV yararlı olabilir. Mekanik ventilatör desteği gereken hastaların yaklaşık $\frac{3}{4}$ 'ü herhangi bir özel çaba gerektirmeden mekanik ventilasyondan ayrılabilir. Ancak $\frac{1}{4}$ 'lük kısımda ayırmayı etkileyen faktörlerden dolayı sorunlar ortaya çıkabilir ve bu da özel işlem gerektirir.



Şekil 3: Ekstübasyon için değerlendirme

2.3.9. KAPNOGRAFİ (KAPNOMETRİ)

Kapnograf hem spontan soluyan hem de mekanik ventilatör uygulanan hastalarda faydalı bir ölçüm metodudur (Şekil 4). Asıl olarak solunan havadaki CO₂ konsantrasyonunu ölçmede kullanılır. Kapnograf PETCO₂ ölçümünü sağlar ve PaCO₂ yerine geçemez (V / Q oranı birbirine çok yakınsa benzerdir). Volumetrik kapnograf VD / VT gibi bazı yararlı hesaplamalar yapılmasını sağlar. Kapnografin ayırma parametrelerini değerlendirme dışında aşağıdaki durumlarda da kullanımı endikedir.

Kapnograf kullanımı için endikasyonlar

1. Pulmoner hastalığın şiddetinin izlenmesinde, tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde
2. Trakeal ve ösefageal entübasyonun ayrılmasında
3. Mekanik ventilasyon devresi ve havayolu bütünlüğünün izlenmesinde
4. Mekanik solunum desteği etkinliğinin değerlendirilmesinde
5. Pulmoner ve koroner kan akımının yeterliliğinin izlenmesinde
6. Karbondioksit üretiminin izlenmesinde

Kapnogramdaki değişiklikler ile ölü boşluk ventilasyonundaki artışlar, hiper ve hipoventilasyon, apne ve periyodik solunum, farmakolojik olarak paralize edilmiş hastalarda yetersiz nöromusküler blok ve CO₂'i yeniden soluma durumu belirlenebilir.



Şekil 4: Kapnograf

3. MATERİYAL- METOD

3.1. HASTA POPÜLASYONU

Bu çalışmaya Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Yoğun Bakım Ünitesi'nde mekanik ventilatörde takip edilen hastalar dahil edildi. Çalışma self kontrollü prospektif bir çalışma olarak planlandı. Öncelikle hastaların tanıları ve mekanik ventilatöre gereksinim duyma nedenleri kaydedildi. Çalışmaya alınan hastalar entübe edilmeden önce ventilatörler kalibre edildi. Solunum işinde artma, solunumun yetersizliği ve solunum durması gibi mekanik ventilasyon endikasyonu olan her hasta entübe edildi ve mekanik ventilatöre bağlandı. Hastanın hangi ventilasyon modunda takip edileceğine karar verilip sonra ventilasyon desteğini sağlayan mekanik ventilatör ayarları ayarlandı. Tüm hastaların yaş, cinsiyet, ek hastalık, sigara öyküsü, entübasyona neden olan tanıları, entübasyon günü, ayırma günü, ayırma başarısı, hastanede yatış günü, mekanik ventilatörde kalış günü, ekstübasyon tarihi, tekrar entübasyon ihtiyacı olup olmadığı, eksitus olmuşsa nedenlerine yönelik tüm veriler hastaların formlarına kaydedildi.

3.2. AYIRMA PROTOKOLÜ

İlk 24 saatte hastalar, asiste kontrollü modda (ACV), $\text{SaO}_2 > \% 90$ olacak şekilde farklı FiO_2 değerlerinde ventile edildikten sonra 2. günden itibaren günlük değerlendirmeye alındı. GD aşağıdaki kriterlere göre yapıldı;

- 1- $\text{Pa O}_2 / \text{Fi O}_2 > 200$ ($\text{Fi O}_2 \% 40\text{--}50$ iken $\text{Pa O}_2 > 60 \text{ mmHg}$)

- 2- PEEP < 5 cmH₂O
- 3- $f / VT < 105$ solunum / dk / L
- 4- $f < 35$ / dk
- 5- Aspirasyonlar sırasında hastanın öksürük refleksinin yeterli olması
- 6- Hastanın vazopresör veya sedatif bir ajana ihtiyaç duymaması (intermitan sedatif veya 5 mcgr / kg / dk altında dopamin kabul edilebilir).
- 7- Ateş olmaması

GD kriterlerini geçen hastalar spontan soluma denemesine alındı. SSD için T tüp yöntemi kullanıldı. SSD aşağıdaki durumlarda sonlandırıldı;

- 1- $f > 35$ /dk
- 2- $SaO_2 < \% 90$
- 3- Kalp hızı > 140 dk veya kalp hızında % 20 oranında artma veya azalma olması
- 4- Sistolik kan basıncı > 200 mmHg veya < 80 mmHg olması
- 5- Ajitasyon, diyaforez, anksiyete vs. gelişmesi

PS 15 cmH₂O başlangıç ayarı olarak belirlendi. Ventilatör ayarları tüm hastalarda tetikleme duyarlılığı -1 cmH₂O, PS slope 90 cmH₂O, Timax 1.3, PEEP 5 cmH₂O olacak şekilde ayarlandı. Horus, Sezar ve Vela tipi ventilatörler ile hastalar takip edildi. PS' yi tolere ettikten sonra mümkün olunan en kısa sürede PS ayarları azaltıldı. Dekonneksiyon öncesi farklı PS ve PEEP kombinasyonlarında ölçümler yapıldı. Çalışmanın yapılma zamanı ve formlara verilerin kaydedilmesini, GD ve SSD' yi geçip geçmemeleri belirledi.

3.3. HASTALARIN ÇALIŞMAYA HAZIRLANMASI

Çalışmaya başlamadan önce işlem hastaya anlatılarak bilgilendirme yapıldı. Tüm hastalardan bilgilendirilmiş olur formu imzalatılarak onay alındı. Hastaya öncelikle yarı-oturur biçimde pozisyon verildi. Hasta aspire edildi ve oksijen sistemi ayarlandı. Ayırma işlemine başlamadan önce o anda ventilatör ayarları kaydedildi. Ölçümlere başlamadan önce PS başlangıç modunda en son alınan kan gazı değerleri ve hastanın vital bulguları kaydedildi. Hastanın entübasyon tüpünde mevcut olan filtre çıkartıldı ve en az 2 dakika süreyle beklendi.

3.4. FİZYOLOJİK DEĞERLENDİRME VE KAPNOGRAFINİN ROLÜ

Hasta hazırlandıktan sonra farklı PS ve PEEP değerlerinde yapılan ölçümler kaydedildi ve kombinasyonlar oluşturuldu. PS: 15 PEEP: 5 başlangıç modu olarak seçildi.

Kombinasyon 1: PS: 5 PEEP: 5,

Kombinasyon 2: PS: 0 PEEP: 5,

Kombinasyon 3: PS: 5 PEEP: 0,

Kombinasyon 4: PS: 0 PEEP: 0,

Kombinasyon 5: Spontan solunum modu olarak belirlendi.

Tüm değerler ölçülmeden önce modlar her bir hasta için her defasında randomize seçildi. Her bir kombinasyon arası hasta 15 dakika PS 15 PEEP 5 modunda dinlendirildi. Ölçümler volümetrik kapnografi da olan solunum monitörü ile (COSMO PLUS, novometrix) yapıldı. Çalışmada kullanılan solunum monitörü örneği **Şekil 4**'de gösterilmiştir. Ölçümlere

başlamadan önce cihaz kalibre edildi. Ölçüm cihazındaki parametrelerin değerleri ilgili form ve tablolara kaydedildi.

Solunum monitörü ile ölçümü yapılan parametreler;

VE, f, VT, HYSİ, VD/VT, SaO₂, MIP, PaCO₂, PETCO₂ olarak belirlendi.

Tüm veriler kaydedildikten sonra çalışmanın amacına yönelik değerlendirme yapıldı. Hasta dekonnekte iken o anda ölçülen **HYSİ** değerine en yakın olan kombinasyon tespit edildi ve işaretlendi.

3.5. EKSTÜBASYON AŞAMASI

SSD' yi başarıyla geçen hastalar ekstübe edildi. Ekstübasyon sonrası ilk 24–48 saat hastalar yakın takip edildi. Ekstübasyon sonrası kan gazı ve vital bulgularla beraber farklı PEEP ve PS modlarında ölçüm yapılırken ortaya çıkan ayırma sonlanmasına neden olan bir durum olduğunda vital bulguların değişkenliği konusunda çalışma sonunda istenilen sonuçlara ulaşmak amacıyla bu özel durumlar not edildi (ölçüme neden son verilmek zorunda kalındı, hasta hangi kombinasyonu hangi nedenle tolere edemedi). Ekstübasyon sonrası solunum yetmezliği gelişen hastalar öncelikle NİMV açısından değerlendirildi, uygun vakalara NİMV uygulandı. Yanıt alınamayan veya uygun olmayan vakalar tekrar entübe edildi ve ekstübasyon başarısızlığı açısından değerlendirilerek nedenlerine yönelik araştırıldı. Son olarak hastanın yoğun bakım ünitesine yatış ve çıkış tarihi, ayırma ölçümlerine başlama tarihi, ölçümün yapıldığı tarih, hastanın hastane ve mekanik ventilatörde kaldığı gün sayısı, taburculuk tarihi veya eksitus olmuşsa bu tarih kaydedildi.

3.6. ÇALIŞMA DIŞI BIRAKILMA KRİTERLERİ

- 1- GD kriterlerini geçemeyen hastalar (bakınız Tablo V),
- 2- GD kriterlerini geçen ancak SSD' yi sonlandırma kriterleri taşıyanlar (bakınız Tablo VI),
- 3- Çalışmaya katılmayı kabul etmeyen hastalar.

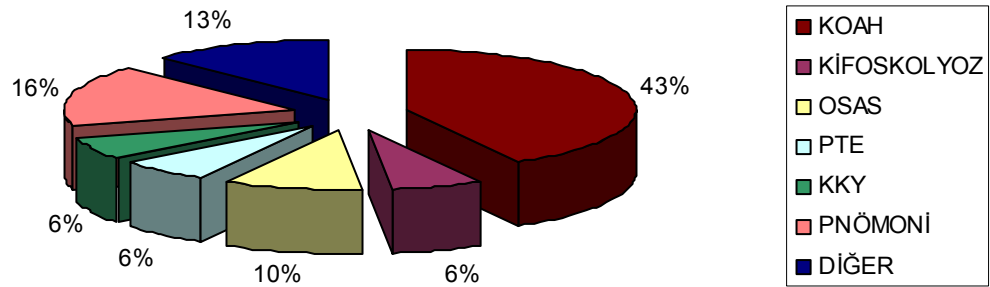
SSD' yi tolere edemeyen, 30–120 dk'lık spontan soluma devam ettiğinde akut kötüleşme gösteren hastaların en az 1 saat boyunca monitorize edilerek izlenmesi planlandı.

3.7. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Çalışmada kaydedilen tüm veriler SPSS Windows 10,0 (SPSS, Chicago, IL) programı kullanılarak analiz edildi. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda tüm ortalamalar için T testi ve Mann-Whitney U Testi kullanıldı. Modların ikili karşılaştırmasında eşleştirilmiş T testi yöntemi kullanıldı. Tüm sayısal parametrelerin ve modların birbiriyle olan korelasyonlarına bakıldı. İstatistiksel p değeri 0.05'den küçük ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Parametreler için eşik değerler, sensitivite ve spesifite ROC (Receive Operating Characteristics) eğrileri ile hesaplandı.

4. BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması 73 ± 10 olan yoğun bakım ünitesinde entübe takip edilen 11'i kadın 14'ü erkek toplam 25 hasta alındı. Hastaların yoğun bakım ünitesine yatış tanıları kronik obstruktif akciğer hastalığı (KOAİ) (n = 13), kifoskolyoza bağlı restriktif akciğer hastalığı (n = 2), obstruktif uyku apne sendromu (OSAS) (n = 3), pulmoner tromboembolizm (PTE) (n = 2), konjestif kalp yetmezliği (KKY) (n = 2), pnömoni (n = 5), plevral efüzyon (n = 1), bronşiyal astım (n = 1), akut böbrek yetmezliği (n = 1) ve hipertansif atak (n = 1) olarak belirlendi. YBÜ' ne yatış tanıların dağılımı **Şekil 5'de** gösterilmiştir.



Şekil 5: Hastaların YBÜ' ne yatış tanıları

Hastaların yaş, cinsiyet, sigara öyküsü, uzun süreli oksijen tedavisi (USOT) almalarına ilişkin demografik özellikler **Tablo VIII**'de verilmiştir.

Tablo VIII: Hastaların demografik özellikleri

Yaş	73 ± 10
Kadın/ Erkek (n)	11 / 14
APACHE II skoru	19 ± 6
Sigara (paket / yıl)	32 ± 45
İçme öyküsü (+) (n)	14 (% 56)
USOT alan hasta sayısı (n)	5 (% 20)

Entübasyon sırasında 23 hastada 8, 2 hastada da 7,5 nolu endotrakeal tüp kullanıldı. Çalışmaya alınan toplam 25 hastadan 11 (% 44) hasta tekrar entübe olurken, 4 (% 16) hastaya trakeostomi açıldı. SSD öncesi tüm hastaların kan gazı ve vital bulguları ortalamaları **Tablo IX**'da verilmiştir.

Tablo IX: Çalışmaya başlamadan önce ölçülen bazal solunum sayısı, nabız, kan basıncı ve kan gazı değerleri

Vital bulgular	
Solunum sayısı (/ dk)	21 ± 6
Kalp hızı (/ dk)	89 ± 16
SKB (mmHg)	123 ± 24
DKB (mmHg)	70 ± 12
Arteriyel kan gazı	
pH	7.42 ± 6
PaO₂ (mmHg)	79 ± 12
PaCO₂ (mmHg)	40±9
SaO₂	96 ± 2

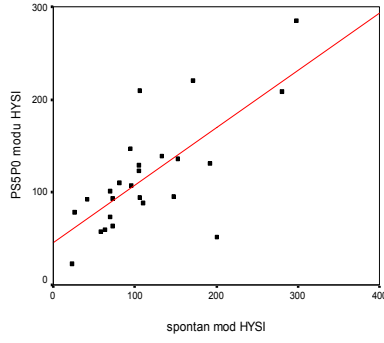
(SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı)

Çalışmanın amacına uygun olarak farklı basınç ve mod kombinasyonları her hasta için rasgele seçildi. Başlangıç modu PS 15 PEEP 5 olarak belirlendi. HYSİ hasta spontan soluyorken ölçüldü ve diğer kombinasyonlarda ölçülen HYSİ değerleri ile karşılaştırıldı. Spontan solunuma en yakın ölçüm modu PS 5 PEEP 0 olarak belirlendi. Farklı modlardaki HYSİ değerleri **Tablo X**'da belirtildi.

Tablo X: Farklı basınç kombinasyonları ile ölçülen HYSİ değerleri

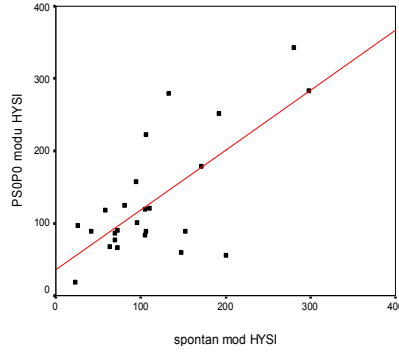
Modlar	HYSİ (f / VT)
PS 5 PEEP 5	120 ± 64
PS 0 PEEP 5	153 ± 73
PS 5 PEEP 0	117 ± 60
PS 0 PEEP 0	131 ± 83
Spontan	115 ± 70

Tüm hastalarda farklı mod kombinasyonlarında ölçülen HYSİ değerleri ayrı ayrı spontan modda ölçülen HYSİ ile 'eşleştirilmiş T testi' yöntemi kullanılarak karşılaştırıldı ve korelasyonlarına bakıldı. Spontan mod ile en iyi korelasyon kombinasyon PS 5 PEEP 0 iken bunu sırasıyla PS 0 PEEP 0, PS 5 PEEP 5 mod kombinasyonları izledi, en kötü korelasyon kombinasyon PS 0 PEEP 5 olarak belirlendi (**Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8**).



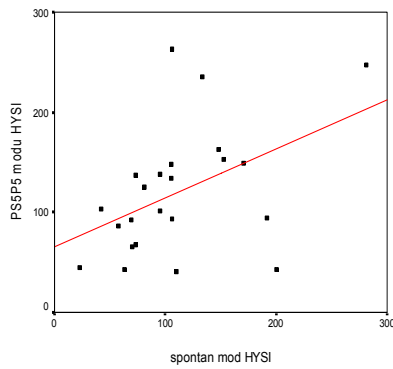
$$p = 0.0001, r = 0.719$$

Şekil 6: HYSİ_{PS 5 PEEP 0} ile HYSİ_{spontan} değerlerinin korelasyonu



$$p = 0.0001, r = 0.700$$

Şekil 7: HYSİ_{PS 0 PEEP 0} ile HYSİ_{spontan} değerlerinin korelasyonu



$$p = 0.030, r = 0.453$$

Şekil 8: HYSİ_{PS 5 PEEP 5} ile HYSİ_{spontan} değerlerinin korelasyonu

Ayırma parametresi olarak kullanılan VT, VE, f, PETCO₂ değerlerinde tüm kombinasyonlar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (**Tablo XI**). PS 15 PEEP 5 kombinasyonunda VD / VT oranı 0.53 ± 9.7 olarak ölçüldü.

Tablo XI: Farklı kombinasyonlarda ölçülen diğer ayırma parametreleri

Modlar	VT	VE	f	PETCO ₂
PS 15 PEEP5	508 ± 188	10 ± 3	21 ± 8	30 ± 9
PS 5 PEEP 5	369 ± 187	9 ± 5	31 ± 8	35 ± 10
PS 0 PEEP5	308 ± 142	8 ± 4	32 ± 10	36 ± 8
PS 5 PEEP 0	313 ± 127	9 ± 3	30 ± 7	36 ± 8
PS 0 PEEP 0	312 ± 167	8 ± 3	30 ± 9	36 ± 9
Spontan	295 ± 129	9 ± 4	28 ± 8	38 ± 7

Ayrırma ölçümlerini başarıyla geçip SSD yapıldığı gün ekstübe edilen ve 48 saat içinde tekrar entübe olmayan hastalar SSD başarısı olarak değerlendirildi ve Grup A (n = 8) olarak adlandırıldı, ölçüm yapıldığı gün ekstübe olamayan veya ekstübasyonu takiben 48 saat içinde tekrar entübe olan hastalar SSD başarısızlığı olarak değerlendirildi ve Grup B (n = 17) olarak adlandırıldı. Grup A ve Grup B arasında demografik özellikler açısından anlamlı farklılık saptanmadı (**Tablo XII**).

Tablo XII: Grup A ve Grup B hastalarının demografik özellikleri

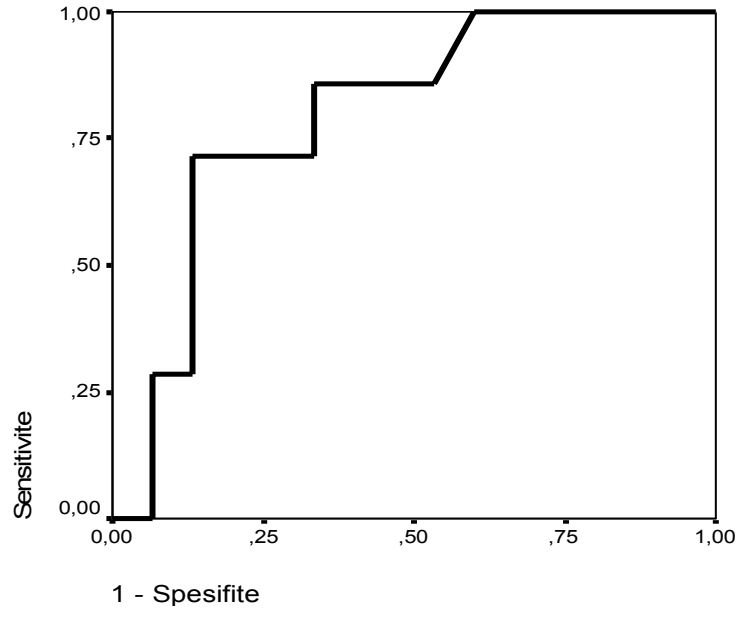
	Grup A	Grup B	p değeri
Yaş	74 ± 9	73 ± 11	0.890
Cinsiyet (K / E) (n)	5 / 3	6 / 11	0.633
APACHE II skoru	19 ± 7	19 ± 6	0.947
Sigara (paket / yıl)	26 ± 47	35 ± 45	0.871
USOT alan hasta sayısı (n) (%)	2 (% 25)	3 (% 18)	1.000

Grup A’da 2 (% 25) hastanın, Grup B’de 11 (% 65) hastanın KOAH tanısı mevcuttu (p = 0.097). Grup A’da 8 hastanın 4 (% 50)’ü tekrar entübe olurken, 1 (% 12.5)’ine trakeostomi açıldı, Grup B’de ise 17 hastanın 7 (% 41.2)’si tekrar entübe olurken 3 (% 17.6)’üne trakeostomi açıldı, iki grup arasında tekrar entübasyon ve trakeostomi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p = 1.000, p = 1.000, sırasıyla).

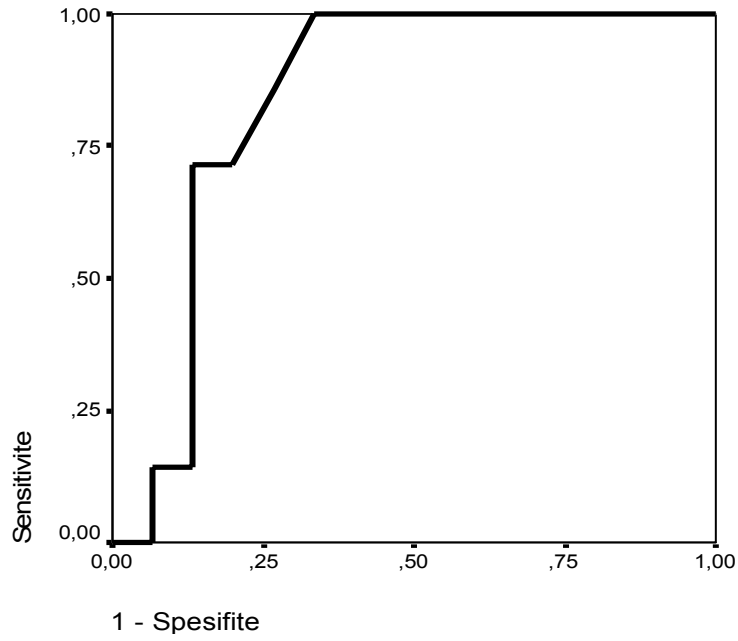
Her iki grupta ölçümler yapılmadan önce kaydedilen arteriyel kan gazı ve vital bulgular değerlendirildiğinde SKB ve DKB her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklı bulundu (**Tablo XIII**). SKB için eşik değeri 120 mmHg, DKB için 70 mmHg bulundu. SKB'nin eşik değerinin ayırma başarısını belirlemedeki sensitivitesi % 86, spesifitesi % 67 iken, DKB için sensitivite % 86, spesifite % 73 olarak saptandı (**Şekil 9, Şekil 10**).

Tablo XIII: Grup A ve Grup B hastaların kan gazı ve vital bulgu değerleri

Parametre	Grup A	Grup B	p değeri
Arteriyel kan gazı			
pH	7.42 ± 4.92	7.42 ± 6.90	0.842
PaO₂ (mmHg)	83 ± 13	77 ± 12	0.260
PaCO₂ (mmHg)	41 ± 8	39 ± 10	0.633
SaO₂	96 ± 2	96 ± 3	0.721
Vital bulgular			
Solunum sayısı(/ dk)	20 ± 6	21 ± 6	0.638
Kalp hızı (/dk)	87 ± 16	90 ± 17	0.645
SKB (mmHg)	138 ± 19	116 ± 23	0.041
DKB (mmHg)	77 ± 6	66 ± 12	0.046



Şekil 9: Sistolik kan basıncı ROC eğrisi



Şekil 10: Diyastolik kan basıncı ROC eğrisi

Farklı kombinasyonlardaki HYSİ Grup A ve B’de karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmadı (**Tablo XIV**).

Tablo XIV: Grup A ve Grup B’de ölçülen HYSİ değerleri

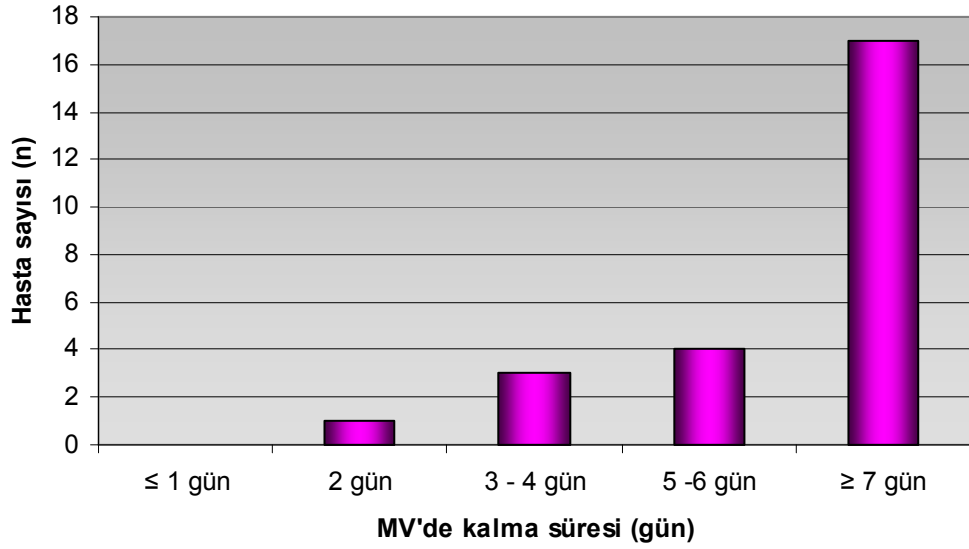
Parametre	Grup A	Grup B	p değeri
HYSİ			
HYSİ_{PS 5 PEEP 5}	111 ± 68	125 ± 63	0.645
HYSİ_{PS 0 PEEP 5}	132 ± 78	163 ± 71	0.341
HYSİ_{PS 5 PEEP 0}	106 ± 81	122 ± 51	0.567
HYSİ_{PS 0 PEEP 0}	126 ± 101	133 ± 76	0.844
HYSİ_{Spontan}	125 ± 92	111 ± 60	0.651

Her iki grupta ayırmada kullanılan diğer parametrelere bakıldığında PS 0 PEEP 0 kombinasyonunda VE anlamlı farklıydı ($p = 0.044$). Solunum sayıları (f) PS 0 PEEP 5 ve PS 5 PEEP 0 kombinasyonlarında gruplar arasında istatistiksel olarak farklı saptandı ki, SSD başarısız olan grupta solunum sayıları başarılı gruba göre yüksekti ($p = 0.030$, $p = 0.030$, sırasıyla). PS 0 PEEP 5 modu için $f \leq 27$ (sensitivite; % 93, spesifite; % 63), PS 5 PEEP 0 modu için $f \leq 27$ (sensitivite; % 81, spesifite; % 75) olması SSD başarısı lehine yorumlandı. PS 15 PEEP 5 kombinasyonunda ölçülen VD/VT oranı Grup B’de Grup A’ya göre anlamlı yüksek saptandı ($p = 0.032$). VT, PETCO₂ ve MIP değerlerinde anlamlı farklılık saptanmadı (**Tablo XV**).

Tablo XV: Grup A ve B’de HYSİ dışında ölçümü yapılan ayırma parametreleri

Parametreler	Grup A	Grup B	p değeri
VT			
VT _{PS 5 PEEP 5}	347 ± 225	379 ± 174	0.744
VT _{PS 0 PEEP 5}	290 ± 177	318 ± 129	0.706
VT _{PS 5 PEEP 0}	291 ± 18	325 ± 156	0.614
VT _{PS 0 PEEP 0}	309 ± 192	313 ± 163	0.962
VT _{Spontan}	276 ± 112	304 ± 140	0.674
VE			
VE _{PS 5 PEEP 5}	8 ± 2	10 ± 6	0.278
VE _{PS 0 PEEP 5}	7 ± 3	9 ± 4	0.287
VE _{PS 5 PEEP 0}	7 ± 2	9 ± 3	0.132
VE _{PS 0 PEEP 0}	6 ± 2	9 ± 3	0.044
VE _{Spontan}	8 ± 5	9 ± 4	0.459
f			
f _{PS 5 PEEP 5}	27 ± 9	32 ± 7	0.214
f _{PS 0 PEEP 5}	27 ± 7	35 ± 9	0.030
f _{PS 5 PEEP 0}	25 ± 8	32 ± 6	0.030
f _{PS 0 PEEP 0}	26 ± 10	33 ± 9	0.097
f _{Spontan}	27 ± 8	29 ± 8	0.661
PETCO₂			
PETCO _{2PS5 PEEP 5}	35 ± 3	29 ± 10	0.927
PETCO _{2PS 0 PEEP 5}	36 ± 3	36 ± 9	0.976
PETCO _{2PS 5 PEEP 0}	38 ± 5	35 ± 9	0.512
PETCO _{2PS 0 PEEP 0}	39 ± 5	35 ± 11	0.590
PETCO _{2spontan}	39 ± 3	37 ± 8	0.607
VD/VT	0.47 ± 0.1	0.56 ± 7.8	0.032
MİP	22 ± 23	53 ± 41	0.106

Yedi günden daha uzun MV gereksinimi olan hastalarda ayırma başarısızlığının patofizyolojisi kompleks ve multifaktöriyeldir. Bizim çalışmamızda da hastaların mekanik ventilatörde kalma süreleri ≤ 1 gün, 2 gün, 3-4 gün, 5-6 gün ve ≥ 7 gün olarak ayrı ayrı değerlendirildi ve hastaların % 68'inin ≥ 7 gün ventilatörde kaldığı izlendi (**Şekil 11**). Yedi günden daha uzun MV' de kalan hastalar sepsis, ajitasyon, böbrek yetmezliği, iskemik kalp hastalığı, metabolik ensefalopati, metabolik asidoz gibi nedenlerden dolayı ekstübe edilemedi. Hastaların hastanede yatış süresi ortalama 29 ± 15 gün iken mekanik ventilatörde kalma süresi ortalama 16 ± 16 gün olarak hesaplandı. Çalışmaya alınan toplam 25 hastadan 11 (% 44) hasta tekrar entübe olurken, 4 (% 16) hastaya trakeostomi açıldı. Hastalar artmış solunum iş yükü, hipoksemi, aspirasyon ve aritmi nedenleriyle tekrar entübe edildi.



Şekil 11: Mekanik ventilatörde kalma süreleri

5. TARTIŞMA – SONUÇ

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda ayırma başarısını en iyi öngören en başarılı belirleyici ölçüm HYSİ olarak bulunmuştur (9, 36, 37, 68). Bu çalışmada birinci amaç HYSİ’ni orijinal metoduna yani ventilatör desteğinin olmadığı sırada yapılan ölçüme en yakın şekilde ölçen mekanik ventilatör mod ve basınç kombinasyonunu saptamaktır. Bu amaçla entübe izlenen hastalar ayırma kriterleri göz önünde bulundurularak her gün değerlendirildi, GD’ yi geçen hastalara SSD uygulandı. Hastalara T tüp sırasında ve T tüpe alınmadan önce farklı basınç modlarında HYSİ ve diğer parametreler için ölçüm yapıldı. Tüm hastalarda spontan mod ile en iyi korelasyonu PS 5 PEEP 0 kombinasyonu, en kötü korelasyonu ise PS 0 PEEP 5 kombinasyonunun gösterdiği belirlendi. HYSİ için eşik değeri saptanamadı. SSD başarılı ve başarısız gruplara bakıldığında SKB, DKB, VE, f, VD / VT parametreleri için anlamlı farklılıklar saptandı. Sonuç olarak spontan solunum ile iyi korelasyon gösteren kombinasyonlar olsa da SSD başarısını tahmin etmede HYSİ için eşik değeri saptanamadı. Bunun dışında SSD başarılı olan grupta SKB, DKB, VE, f için belirleyici değerler kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Ayırma işlemi toplam MV’ de kalma süresinin % 40-50’sini oluşturur (21, 25). Mekanik ventilatörden ayırma birtakım nedenlerle ertelenirse hem maliyet hem de ventilatöre ait ventilatör ilişkili pnömoni (VİP), hava yolu travması gibi komplikasyonlar artar (28, 29, 62). Bunun yanında erken ayırma da problemlere yol açabilir. Esteban ve arkadaşları MV’ de kalma süresi arttıkça mortalitenin arttığını vurgulamışlardır (62). Bu nedenle öncelikle MV gereksinimine neden olan etyolojiyi bilmek ve tedavi planı yapmak gerekir. Santral kontrolün bozulması, solunum ve kardiyovasküler sisteme ait patolojiler ve psikojenik faktörler bu

nedenler arasındadır. Bizim çalışmamızda da KOAH, kifoskolyoza bağlı restriktif akciğer hastalığı, OSAS, PTE, KKY, pnömoni, plevral efüzyon, bronşiyal astım, akut böbrek yetmezliği ve hipertansif atak tanıları ile kliniğimize yatırılan hastalar SY nedeniyle MV gereksinimi duymuştur.

Daha sonra MV'den ayırma aşamasında kolay ve güvenilir değerlendirme tekniklerinden yararlanılmalıdır. Bu konuda kanıta dayalı çok sayıda çalışma yapılmasına karşın cevap bekleyen önemli sorular vardır (39). 'MV'den ayırmada hangi ölçüm teknikleri en başarılıdır?', 'Ayırmada başarısız olan hastalarda ventilatör desteğini azaltma seviyeleri ne olmalıdır?', 'Ayırma kriteri olarak kullanılan en başarılı belirteç hangisidir?' gibi sorular halen cevap bulamamıştır. Prediktif değeri en yüksek ölçüm HYSİ'dir, ancak bu parametrenin ölçülmesi için hastanın ventilatörden ayrılması ve bir spirometri gerekmektedir. Biz bu çalışmada hastayı ventilatörden ayırmada $HYSİ_{spontan}$ 'e en yakın ölçümün nasıl yapılacağını bulmaya çalıştık.

HYSİ (f / VT), SSD başlangıcında ölçülen bir parametredir (37). Ventilatörden ayırma işlemi sırasında ilk dakikada T tüpe geçerken ölçülen HYSİ ekstübasyon sonrası dayanıklılığı değerlendirmek için oldukça güçlü bir indekstir ve 105'in altında ise hastanın MV tedavisinin güvenle sonlandırılacağına işaret eder. Bu eşik değer için, sensitivite % 97 spesifite % 65 olarak bulunmuştur (30, 31, 68). Ancak bazı çalışmalarda HYSİ'nin ayırma sürecinde rutin kullanımda yeterli etkinliği sağlamadığı sonucuna varılmıştır. Ayırma belirteci olarak kullanılan parametrelerin etkinliğini ve ayırma sırasında solunum paterninin değişmediğini araştıran bu çalışmalardan birinde en uygun HYSİ değeri 97 olarak bulunmuş ancak uzamış MV olan hastalarda Yang ve Tobin'in HYSİ eşik değeri olan 105'in doğruluğu sadece % 59 olarak bulunmuştur (9, 10, 38). Yine bizim çalışmamızda HYSİ, SSD başlangıcında ölçüldü

ve SSD öncesi çalışmanın amacına uygun olarak farklı PS ve PEEP değerlerinde ayrı ayrı hesaplandı. Ancak gerek tüm hastalarda gerekse de SSD başarılı ve başarısız grupta değerler arasında anlamlı farklılık gözlenmedi, bu nedenle de belirgin eşik değer saptanamadı.

HYSİ ve diğer ayırma parametrelerini farklı PS modlarında değerlendiren çalışmalarda PS 20'den PS 10'a düşürüldüğünde f ve HYSİ'nin arttığı, VT'nin azaldığı gösterilmiştir. Fakat aynı çalışmada bu parametrelerin PS 10'dan PS 5'e düşürüldüğünde anlamlı değişmediği görülmüştür (50). Farklı PS modlarında ayırma çalışması yapılmasına rağmen farklı PS ve PEEP değerlerinde spontan solunum sırasında ölçülen HYSİ'ne en yakın kombinasyonu değerlendiren çalışma yapılmamıştır. Biz de çalışmamızın amacına uygun olarak farklı basınç ve mod kombinasyonlarında her hasta için ayırma parametrelerini değerlendirdik. Başlangıç modunu PS 15 PEEP 5 olarak belirledik. HYSİ hasta spontan soluyorken ölçüldü ve diğer kombinasyonlarda ölçülen HYSİ değerleri ile karşılaştırıldı. Spontan solunuma en yakın ölçüm modu PS 5 PEEP 0 olarak belirlendi. Tüm hastalarda farklı kombinasyonlarda ölçülen HYSİ değerleri ayrı ayrı spontan modda ölçülen HYSİ ile karşılaştırıldı ve korelasyonlarına bakıldı. Spontan mod ile en iyi korelasyon kombinasyon PS 5 PEEP 0 iken bunu sırasıyla PS 0 PEEP 0, PS 5 PEEP 5 kombinasyonları izledi, en kötü korelasyon kombinasyon PS 0 PEEP 5 olarak belirlendi. PEEP 5 ayarlandığında PS 15'den PS 5 ve PS 0'a düşürüldüğünde HYSİ ve f'nin arttığı VT'nin azaldığı görüldü ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Yine PEEP 0 ayarlandığında PS değeri azaltıldıkça HYSİ'nin arttığı fakat f ve VT' de anlamlı değişiklik olmadığı görüldü. Bu da VT'nin PS seviyesi ile direkt, f ve HYSİ'nin PS seviyesi ile endirekt korelasyon göstermesini destekleyebilir. Sonuç olarak spontan solunum ile iyi korelasyon gösteren kombinasyonlar olsa da ventilatörde ölçülen HYSİ bu kombinasyonu belirlemede belirleyici kriter olarak

saptanamadı. Çalışmamızda eşik değer saptanamamasının en önemli nedenlerinden biri de hasta sayısının yeterli olmaması olabilir.

Ayırma başarısızlığı olan hastaların prevelansı bir grup çalışmada çok düşük saptanırken (% 22–23) bir grup çalışmada yüksek oranda saptanmıştır (60, 61, 68). Bunun nedeni ayırma başarısızlığı prevelansının sadece hasta popülasyonuna bağlı olmaması, klinisyenin kararı, ayırma kriterlerinin farklı kullanılması ve ayırma başarısızlığı tanımının farklı kullanılmasından kaynaklanmasıdır. Ayırma başarısızlığı ERJ 2007 rehberine göre 3 şekilde tanımlanmıştır; 1. SSD'nin başarısız olması 2. Başarılı bir ekstübasyonu takiben gelişen tekrar entübasyon 3. Ekstübasyonu takiben 48 saat içinde ölümün gerçekleşmiş olması. Ayırma başarısı ise ekstübasyonu takiben 48 saat içinde ventilatör desteği ihtiyacının olmaması olarak tanımlanmıştır (3). Sassoon ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ayırma başarısızlığı 1 saatlik SSD'yi tamamlayamama veya MV'den ayrılma sonrası 48 saat içinde diyaforez, solunum sıkıntısı, ajitasyon, kalp hızında 20 kalp atımı / dk artma veya azalma olması, kan basıncında 15 mmHg artma veya azalma olması, PaO₂ değerinde düşme, pH' da düşme gibi kriterlerden herhangi biri olması şeklinde tanımlanmıştır (60). Yine bazı çalışmalarda ayırma başarısızlığı SSD başarısızlığı veya ekstübasyon başarısızlığı olarak tanımlanmış ve sonuçlara bakıldığında iki tanım arasında belirgin farklılık olmadığı görülmüştür (10, 44). SSD sonrası ayırma başarısızlığı oranı % 26–42 olarak rapor edilmiştir (24, 65). Bu oranın değişkenliği çalışmalarda ayırma başarısızlığı tanımının farklı yapılmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle SSD başarısızlığında kullanılan subjektif indekslerin kullanılmasına örnek olarak KOAH ayırma sürecinin uzaması ve ayırma başarısızlığında bağımsız bir risk faktörü olarak bulunmuştur (5). Birçok ayırma çalışmasının kısıtlanması da çalışmaya dahil edilen her hastanın ayırma ölçümlerinin yapıldığı gün ekstübe

edilememeleridir (10). Biz de çalışmamızda özellikle hastaların çalışmanın yapıldığı gün ekstübe edilip edilmemelerini vurgulamak amacıyla ayırma başarısı ifadesi yerine SSD başarısı terimini kullanmayı tercih ettik. ERJ tanımını da baz alarak bazı kriterleri modifiye ederek klinik-objektif ve sübjektif değerlendirmeler sonucunda SSD ölçümünü sonlandırma kriterlerini taşımayan, SSD yapıldığı gün ekstübe edilen ve 48 saat içinde tekrar entübe olmayan hastaları ‘SSD başarılı grup’ olarak değerlendirdik, ölçüm yapıldığı gün ekstübe olamayan veya ekstübasyonu takiben 48 saat içinde tekrar entübe olan hastaları ‘SSD başarısız grup’ olarak değerlendirdik.

Sassoon ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ayırma başarılı olan ve olmayan gruplar arasında pH, PaCO₂, PaO₂, FiO₂ değerlerinde anlamlı farklılık saptanırken, VT, P_{0.1}, f ve HYSİ değerlerinde anlamlı farklılık saptanmamış (60). Bizim çalışmamızda SSD başarılı ve başarısız gruplar karşılaştırıldığında HYSİ, VT, PaCO₂, PaO₂ değerleri arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Bazı araştırmacılar VT’nin PS ile direkt, f ve HYSİ’ nin PS ile endirekt değişkenlik gösterdiğini bulmuşlardır (6, 63). Bunun nedeni kasların yüksek PS’ ye maruz kalması durumunda hastanın yüksek VT ve düşük f ile solunum yapmasıdır. Tersine düşük PS ise HYSİ’ni etkiler. Ancak çalışmalar düşük PS modlarında VT ve f’nin anlamlı değişmediğini göstermektedir (2, 19). Bizim çalışmamız da bunu destekler yönde olup farklı PS modlarında f, VT ve HYSİ, VE değerleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Tüm hastalarda APACHE II skoru 19 ± 6 saptanırken SSD başarılı ve başarısız gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı.

Her iki grupta ölçümler yapılmadan önce kaydedilen vital bulgular değerlendirildiğinde SKB ve DKB her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklı bulundu. SKB için eşik değer 120 mmHg, DKB için 70 mmHg olarak hesaplandı. SKB’nin

eşik değerin ayırma başarısını belirlemedeki sensitivitesi % 86, spesifitesi % 67 iken, DKB için sensitivite % 86, spesifite %73 olarak saptandı. Bu sonuçlar da göstermektedir ki hemodinamik stabilite ayırma başarısını etkilemektedir. Spontan soluma çalışmasını sonlandırma kriterlerinden biri olan hipotansiyon ayırma başarısızlık nedenlerinden biridir. Eşik değerlerin altındaki basınç değerlerinde hastaların ventilatörden ayrılmaya hazır olmadığı söylenebilir. Bizim hastalarımız ayırma öncesi vazopresör ihtiyaçlarının olmaması, SKB değerlerinin > 80 mmHg ve < 200 mmHg olması üzerine çalışmaya dahil edildi ve ayırma yapıldı ancak SKB < 120 mmHg olanlarda ayırmanın başarısız olduğu görüldü. Bu da eşik değerin daha yüksek tutulabileceğine ilişkin yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Her iki grupta ayırmada kullanılan diğer parametrelere bakıldığında PS 0 PEEP 0 kombinasyonunda VE anlamlı farklıydı. Heterojen hasta gruplarında yapılan çalışmalarda $f < 38$ solunum / dk olduğu değerlerde başarılı ayırma oranı değişmezken $f > 38$ solunum / dk olduğu değerlerde MV desteğinden ayırmada daha düşük başarı oranları bulunmuştur. Bizim çalışmamızda solunum sayısı, başarısız grupta başarılı gruba göre daha yüksek bulundu ve PS 0 PEEP 5 ve PS 5 PEEP 0 kombinasyonlarında eşik değer 27 olarak ölçüldü. Bu da $f > 27$ olan hastalarda ayırma başarısının düşük oranda olabileceği şeklinde yorumlanabilir. PS 0 PEEP 5 modu için $f \leq 27$ (sensitivite; % 93, spesifite; % 63), PS 5 PEEP 0 modu için $f \leq 27$ (sensitivite; % 81, spesifite; % 75) olması SSD başarısı lehine yorumlandı.

VD / VT'nin entübe hastaların izleminde sınırlı bir kullanım alanı mevcuttur. VD / VT'ye ilişkin erişkin ve çocuk hastalarda PTE ve ARDS'de hastalığın şiddeti ve tanısına yönelik yapılan çalışmalar mevcuttur. Çalışmalarda ARDS'li erişkin hastalarda VD / VT oranının arttığı ve mortalite ile korelasyon gösterdiği sonucuna varılmıştır (8, 13, 18, 48). Bu

da ARDS'de CO₂ eliminasyonu ve oksijenizasyon defisitine bağılı değişiklikler olarak açıklanmıştır. PTE'de ise VD / VT'nin trombotik ve inflamatuvar mekanizmalar sonucunda pulmoner vasküler hasarı yansıttığı düşünölmektedir (1). Hubble ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada VD / VT oranının çocuklarda ekstübasyon başarısızlığı riskini değerlendirmede önemli bir belirteç olduğu vurgulanmış (35). Yine ekstübasyon başarısızlığını tahmin etmede VD / VT oranına bakıldığında 86 çocuk hastada yapılan bir çalışmada başarılı ekstübasyonda oran ortalama 0.62 iken başarısız ekstübasyonda 0.65 bulunmuş, istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamış (4). Bizim çalışmamızda tüm hastalar değerlendirildiğinde VD / VT oranı 0.53 ± 9.7 saptanırken, SSD başarılı grupta 0.47 ± 0.1 , SSD başarısız grupta 0.56 ± 7.8 olarak saptandı, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p = 0.032$). Bu da başarısız olan grupta yer alan hastalarda ateş, sepsis, metabolik hızın artması gibi CO₂ üretiminde artışa yol açan nedenler veya santral patolojiler ve KOAH gibi alveoler hipoventilasyona yol açan nedenlere bağlanabilir. Hiperventilasyon ağrı ve anksiyeteye yol açar bu da katekolamin salınımı ile birliktelik gösterir sonuçta oksijen gereksinimi artarken CO₂ üretimi artış gösterir (41). Tüm bu nedenler VD / VT oranının hesaplanmasında kullanılan PETCO₂ artışını açıklayabilir. Yine gerek önceki çalışmalar gerek bizim çalışmamızın sonuçlarına göre VD / VT'nin artmasının nedenlerinin multifaktöriyel olduğu söylenebilir. Hipoksi ve inflamatuvar medyatörlerin neden olduğu pulmoner vazokonstriksiyon ve hiperinflasyonun intratorasik basınç artışına yol açarak pulmoner perfüzyonun azalmasına neden olması alveolar ölü boşluk artışını açıklayabilir. Her iki grupta da VT, PETCO₂ ve MIP değerlerine bakıldığında anlamlı farklılık saptanmadı.

Sonuç olarak T tüpte ölçölen HYSİ ile ventilatör desteği sırasında ölçölen özellikle 'PS 5 PEEP 0 kombinasyonu' olmak üzere farklı mod ve basınç kombinasyonlarındaki HYSİ

değerleri arasında iyi korelasyon olmasına rağmen SSD başarısını tahmin etmede HYSİ için eşik değeri saptanamadı. Bununla beraber ayırma öncesinde ölçülen SKB, DKB, VE ve f parametrelerinin ayırma başarısını öngörebileceği sonucuna varıldı.

6. ÖZET

Ayırma işlemi toplam MV' de kalma süresinin % 40-50'sini oluşturur (3, 21, 25). Ayırma sırasında hastanın kooperasyonunu gerektiren bu işlem için bazı metodlar mevcuttur. Hızlı yüzeyel solunum indeksi (HYSİ) hastanın mekanik ventilasyon (MV) desteğinden ayrılmaya hazır olduğunu gösteren en iyi belirleyici parametredir (37). Bu çalışmada hastanın spontan solunum sırasında ölçülen HYSİ'ne en yakın değeri ölçen ve hastanın ventilatörden ayrılmaya hazır olduğunu en iyi tahmin eden mekanik ventilatör mod ve basınç kombinasyonlarını saptamayı amaçladık.

Yoğun Bakım Ünitesi'nde entübe izlenen 25 hasta çalışmaya alındı. Entübasyonun 24. saatinden itibaren günlük değerlendirmeyi geçen hastalara spontan soluma denemesi (SSD) uygulandı. Tüm hastalarda T tüpe alınmadan önce farklı basınç modlarında HYSİ ve diğer parametreler ölçüldü. Tüm hastalarda HYSİ'nin farklı modlarda anlamlı farklı olmadığı ancak spontan mod ile en iyi korelasyonu PS 5 PEEP 0 ($p = 0.0001$, $r = 0.719$) kombinasyonunun, en kötü korelasyonu ise PS 0 PEEP 5 kombinasyonunun gösterdiği belirlendi. Ayırma başarısını öngörmek için HYSİ için eşik değer saptanamadı.

SBT başarılı ve başarısız gruplara bakıldığında SKB ($p = 0.041$) ve DKB ($p = 0.046$) için anlamlı farklılıklar saptandı. SKB için 120 mmHg, DKB için 70 mmHg belirleyici değer olarak saptandı. Solunum sayısı başarısız grupta başarılı gruba göre daha yüksek bulundu. PS 0 PEEP 5 ve PS 5 PEEP 0 kombinasyonlarında f için belirleyici değer 27 olarak ölçüldü. Tüm hastalar değerlendirildiğinde VD / VT oranı 0.53 ± 9.7 saptanırken, SSD başarılı grupta 0.47 ± 0.1 , SSD başarısız grupta 0.56 ± 7.8 olarak saptandı, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p = 0.032$).

Sonuç olarak T tüpte ölçülen HYSİ ile ventilatör desteği sırasında ölçülen özellikle ‘PS 5 PEEP 0 kombinasyonu’ olmak üzere farklı mod ve basınç kombinasyonlarındaki HYSİ değerleri arasında iyi korelasyon olmasına rağmen SSD başarısını tahmin etmede HYSİ için eşik değeri saptanamadı. Bununla beraber ayırma öncesinde ölçülen SKB, DKB, VE ve f parametrelerinin ayırma başarısını öngörebileceği sonucuna varıldı.

7. SUMMARY

Time spent in the weaning process represents 40-50 % of the total duration of mechanical ventilation (MV) (3, 21, 25). There are some methods for conducting this process which will require the cooperation of the patient during the phase of discontinuation. Rapid shallow breathing index (RSBI), was the best predictive parameter for the initial assessment of the readiness for discontinuation of MV support (37). In this study we aimed to determine the best MV mode and pressure combinations which predict successful RSBI nearest to values calculated in spontaneous ventilation and estimate the patients readiness to weaning.

Twenty five mechanically ventilated patients were included in the study. Spontaneous breathing trial (SBT) was applied to the patients who meet the criteria of daily secreening (DS) after 24th hours of intubation. RSBI and other weaning parameters were calculated in different combinations before T tube trial in all patients. RSBI did not differ significantly between spontaneous mode and other combinations, but the best correlation was found in PS 5 PEEP 0 ($p = 0.0001$, $r = 0.719$) combination, the worst in PS 0 PEEP 5 combination compared with spontaneous mode. RSBI showed no predictive value for weaning success in each combination.

Systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) measurements were significantly different accross the SBT success and failure groups ($p = 0.041$, $p = 0.046$, respectively). Thershold values for SBP and DBP were found to be 120 mmHg and 70 mmHg respectively. Respiratory rate (f) was higher in SBT success group than SBT failure group. When measured at PS 0 PEEP 5 and PS 5 PEEP 0 combinations thershold value of f was found to be 27 / min. The mean VD / VT (deadspace / tidal volume ratio) was 0.53 ± 9.7 in all patients, $0.47 \pm$

0.1 in SBT success group, 0.56 ± 7.8 in SBT failure group, the difference between success and failure groups was significant ($p = 0.032$).

Although there was a good correlation between RSBI measured in T tube and RSBI measured in different mode and pressure combinations, a threshold value was not detected for RSBI to predict SBT success. In addition SBP, DBP, VE and f parameters measured before weaning were found to be predictors of weaning success.

8. KAYNAKLAR

1. Almeida-Junior AA, Nolasco da Silva MT, Almeida CCB, Ribeiro JD. Relationship between physiologic deadspace / tidal volume ratio and gas exchange in infants with acute bronchiolitis on invasive mechanical ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8: 372–377.
2. Berger KI, Sorkin B, Norman RG, Rapoport DM, Goldring RM. Mechanism of relief of tachypnea during pressure support ventilation. *Chest* 1996; 109:1320–1327.
3. Boles J-M, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, Pearl R, Silverman H, Stanchina M, Vieillard-Baron A, Welte T. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007; 29: 1033–1056.
4. Bousso A, Ejzenberg B, Ventura A, Fernandes J, Fernandes I, Goes P, Vaz F, Paulo US, Paulo S. Evaluation of the dead space to tidal volume ratio as a predictor of extubation failure. *J Pediatr* 2006; 22: 82.
5. Brochard L, Rauss A. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 896- 903.
6. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991; 75: 739–745.
7. Burns SM. Weaning from mechanical ventilation. In: Pierce LNB. *Management of the mechanically ventilated patient*. 2nd ed. United States of America 2007; 378-405.

8. Cala K, Pilas V, Vucic N. Vd / Vt test in the detection of pulmonary dysfunction in sepsis. *Crit Care* 2004; 8: 20.
9. Chao DC, Scheinhorn DJ. Determining the best threshold of rapid breathing index in a therapist-implemented patient-specific weaning protocol. *Respir Care* 2007; 52: 159–165.
10. Chatila W, Jacob B, Guaglianone D, Manthous CA. The unassisted respiratory rate-tidal volume ratio accurately predicts weaning outcome. *Am J Med* 1996; 101: 61–66.
11. Cook D, Meade M, Guyatt G, Griffith L, Booker L. Evidence report on criteria for weaning from mechanical ventilation. Rockville, MD: Agency for Health Care Policy and Research, US Department of Health and Human Services 2000.
12. Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubenfeld GD. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1530–1536.
13. Coss-Bu JA, Walding DL, Davia YB, David YB, Jefferson LS. Dead space ventilation in critically ill children with lung injury. *Chest* 2003; 123: 2050–2056.
14. Ely EW, Baker AM, Evans GW, Haponik EF. The prognostic significance of passing a daily screen of weaning parameters. *Intensive Care Med* 1999; 25: 581–587.
15. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, Johnson MM, Browder RW, Bowton DL, Haponik EF. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Eng J Med* 1996; 335: 1864–1869.

16. Ely EW, Bennett PA, Bowton DL, Murphy SM, Florance AM, Haponik EF. Large scale implementation of a respiratory therapist driven protocol for ventilator weaning. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 439–446.
17. Ely EW. The importance of clinical algorithms to facilitate weaning and extubation. In: Mancebo J, Net A, Brochard L (eds.). *Mechanical Ventilation and Weaning (Update in intensive care and emergency medicine)*: Germany 2002: 248–263.
18. Eriksson L, Wollmer P, Olsson CG, Albrechtsson U, Larusdottir H, Nilsson R, Sjogren A, Jonson B. Diagnosis of pulmonary embolism based upon alveolar dead space analysis. *Chest* 1989; 96: 357–362.
19. Ershowsky P, Krieger B. Changes in breathing pattern during pressure support ventilation. *Respir Care* 1987; 32: 1011–1016.
20. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Gordo F, Apezteguia C, Palizas F, Cide D, Goldwaser R, Soto L, Bugedo G, Rodrigo C, Pimentel J, Raimondi G, Tobin MJ. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1450–1458.
21. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals; The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest* 1994; 106: 1188–1193.
22. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona JF, Valverdu I, Macias S, Allegue JM, Blanco J, Carriedo D, Leon M, Cal MA, Taboada F, Velasco JG, Palazon E, Carrisoza F, Tomas R, Suarez J, Goldwasser RS. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with t-tube or pressure support ventilation: The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 459–465.

23. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alia I, Solsona JF, Vallverdu V, Fernandez R, Cal MA, Benito S, Tomas R, Carriedo D, Macias S, Blanco J. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation: The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Eng J Med* 1995; 332: 345–350.
24. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdu I, Blanch L, Bonet A, Vazquez A, Pablo R, Torres A, Cal MA, Macias S. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation: The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 512–518.
25. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alia I, Brochard L, Stewart TE, Benito S, Epstein SK, Apezteguia C, Nightingale P, Arroliga AC, Tobin MJ. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study: Mechanical ventilation international study group. *JAMA* 2002; 287: 345–355.
26. Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F, Bauter TT, Gonzalez G, Carrillo A, Rodriguez RR, Torres A. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 70–76.
27. Gursel G, Aydogdu M, Ozyilmaz E, Ozis TN. Risk factors for treatment failure in patients with ventilator-associated pneumonia receiving appropriate antibiotic therapy. *J Crit Care* 2008; 23: 34–40.
28. Gursel G, Demirtas S. Value of APACHE II, SOFA and CPIS scores in predicting prognosis in patients with ventilator-associated pneumonia. *Respiration* 2006; 73: 503–508.
29. Gursel G. Determinants of the length of mechanical ventilation in patients with COPD in the intensive care unit. *Respiration* 2005; 72: 61–67.

30. Gursel G. Mekanik ventilasyon sırasında solunum monitorizasyonu: II. Tüberküloz ve Toraks Dergisi 2003; 51: 100–106.
31. Hart N, Polkey MI. Investigation of respiratory muscle function. Clin Pulm Med 2001; 8: 180–187.
32. Hess DR, FCCP Ventilator modes used in weaning. Chest 2001; 120: 474S-476S.
33. Hess DR, Kacmarek RM. Essential of mechanical ventilation. 1st ed. New York: Mc Graw-Hill 1996.
34. Hewlett AM, Platt AS, Terry VG. Mandatory minute volume: a new concept in weaning from mechanical ventilation. Anaesthesia 1977; 32: 163.
35. Hubble CL, Gentile MA, Tripp DS, Craiq DM, Meliones JN, Cheifetz IM. Deadspace to tidal volume ratio predicts successful extubation in infants and children. Crit Care Med 2000; 28: 2034-2040.
36. Johanigman JA, Davis J, Campbell RS, Branson RD, Luchette FA, Hurst JM. Use of the rapid / shallow breathing index as an indicator of patient work of breathing during pressure support ventilation. Surgery 1997; 122: 737–740.
37. Kuo PH, Wu HD, Lu BY, Chen MT, Kuo SH, Yang PC. Predictive value of rapid shallow breathing index measured at initiation and termination of a 2-hour spontaneous breathing trial for weaning outcome in ICU patients. J Formos Med Assoc 2006; 105: 390–398.
38. Lee KH, Hui KP, Chan TB, Tan WC, Lim TK. Rapid shallow breathing (frequency-tidal volume ratio) did not predict extubation outcome. Chest 1994; 105: 540–543.

39. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW. Evidence based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. *Chest* 2001; 120: 375S-395S.
40. MacIntyre NR, Stock MC: Weaning mechanical ventilatory support. In: Kirby RR, Banner MJ, Downs JB: *Clinical applications of ventilatory support*, 2nd ed. New York: Churchill Livingstone 1990.
41. Mancebo J. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 1996; 9: 1923-1931.
42. Marini JJ, Wheeler AP. Weaning from mechanical ventilation. In *Critical Care Medicine: The Essentials*. 2nd ed. Pennsylvania: Williams & Wilkins 1997: 173–195.
43. Marino PL. Principles of mechanical ventilation. In: *The ICU Book*, 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins 1998: 421–433.
44. Meade M, Guyatt G, Cook D, Griffith L, Sinuff T, Kergl C, Mancebo J, Esteban A, Epstein S. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest* 2001; 120: 400S-424S.
45. Meade M, Guyatt G, Sinuff T, Griffith L, Hand L, Toprani G, Cook DJ. Trials comparing alternative weaning modes and discontinuation assessments. *Chest* 2001; 120: 425S-437S.
46. Metintaş M. Mekanik ventilatörden ayırma (weaning). *Solunum desteği gereken hastalarda mekanik ventilasyon uygulamaları*. ASD Toraks Yayınları 2005; 4: 88–113.
47. Nava S, Ambrosino N, Clini E, Prato M, Orlando G, Vitacca M, Brigada P, Fracchia C, Rubini F. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. *Ann of Med* 1998; 128: 721–728.

48. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, Daniel BM, Pittet JF, Eisner MD, Matthay MA. Pulmonary dead space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *N Eng J Med* 2002; 346: 1281–1286.
49. Oh TE. Mechanical ventilatory support. In: *Intensive care manuel*. 1st ed. Singapore 1985.
50. Perrigault P, Pouzeratte Y, Jaber S, Capdevila XJ, Hayot M, Boccard G, Ramonatxo M, Colson P. Changes in occlusion pressure ($P_{0.1}$) and breathing pattern during pressure support ventilation. *Thorax* 1999; 54: 119–123.
51. Petrof BJ, Legare M, Goldberg P, Milic-Emili J, Gottfried SB. Continuous positive airway pressure reduces work of breathing and dyspnea during weaning from mechanical ventilation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141: 281–289.
52. Pilbeam SP. Mekanik ventilasyon gereksiniminin saptanması. *Mekanik ventilasyon Fizyolojik ve klinik uygulamalar*. 3. baskı 1998: 175–187.
53. Pilbeam SP. Weaning ve sonlandırma. *Mekanik ventilasyon fizyolojik ve klinik uygulamalar*. 3. baskı 1998: 324- 344.
54. Pingleton SK. Complications of acute respiratory failure. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137: 1463–1493.
55. Quan SF, Parides GC, Knoper SR. Mandatory minute ventilation (MMV): an overview. *Respir Care* 1990; 35: 898.
56. Raoof S. Basics of initial ventilator set-up. In: Raoof S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manuel*. 1st ed. Philadelphia: Versa pres 1998: 15–20.

57. Raoof S. Objectives of mechanical ventilation. In: Raoof S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manuel*. 1st ed. Philadelphia: Versa pres 1998: 4–5.
58. Roussos C. *Mechanical ventilation from intensive care to home care* (European Respiratory Monograph). UK: Huddersfield 1998.
59. Sahn SA, Lakshminarayan S. Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 1973; 63: 1002.
60. Sassooun CSH, Mahutte CK. Airway occlusion pressure and breathing pattern as predictors of weaning outcome. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 860–866.
61. Tahvainen J, Salmenpera M, Nikki P. Extubation criteria after weaning from intermittent mandatory ventilation and continious positive airway pressure. *Crit Care Med* 1983; 11: 702–707.
62. Tobin MJ. Mechanical ventilation. *N Eng J Med* 1994; 330: 1056–1061.
63. Tokioka H, Saito S, Kosaka F. Effect of pressure support ventilation on breathing patterns and respiratory work. *Intensive Care Med* 1989; 15: 491–494.
64. Uçgun İ. Solunum yetmezliği, fizyopatoloji, tanı, ayırıcı tanı. Solunum desteği gereken hastalarda mekanik ventilasyon uygulamaları. *ASD Toraks Yayınları* 2005; 4: 3–16.
65. Valverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1855–1862.
66. Weavind L, Shaw AD, Feeley TW. Monitoring ventilator weaning predictors of success. *J Clin Monit Comput* 2000; 16: 409–416.

67. Wright PE, Marini JJ, Bernard GR. In vitro versus in vivo comparison of endotracheal tube airflow resistance. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140: 10–16.
68. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Eng J Med* 1991; 21; 1445–1451.
69. Zeytinoğlu H, Öngür T. Mekanik ventilasyon prensipleri ve uygulamaları. 1. Baskı. İstanbul: Mim Matbaacılık AŞ 1992.
70. Zwillich CW, Pierson DJ, Creagh CE, Sutton FD, Schatz E, Petty TL. Complications of assisted ventilation: A prospective study of 354 consecutive episodes. *Am J Med* 1974; 57: 161–170.