



# Mekanik Ventilasyonun Sonlandırılması (Weaning)

Turgay ÇELİKEL\*, Arzu TOPELİ İSKİT\*\*

\* Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları ve Yoğun Bakım Anabilim Dalı, İSTANBUL

\*\* Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Ünitesi, ANKARA

## *Discontinuation of Mechanical Ventilation (Weaning)*

**Key Words:** *Discontinuation, Weaning, Acute respiratory failure, Mechanical ventilation, T-piece.*

**Anahtar Kelimeler:** *Sonlandırma, Weaning, Akut solunum yetmezliği, Mekanik ventilasyon, T-parçası.*

Akut solunum yetmezliği (ASY) tedavisinde çok önemli bir yer tutan mekanik ventilasyon (MV)'un enfeksiyon, barotrauma, hemodinamik bozukluk, üst hava yolu hasarı ve oksijen toksitesi gibi birçok komplikasyonu vardır. MV'nin erken sonlandırılması ise morbidite ve mortalitede artışa neden olabilir. Bu nedenle MV gerektiren durum düzeltildikten sonra MV en kısa sürede sonlandırılmalıdır. Birçok hastada (yaklaşık %75) solunum yetmezliğine yol açan neden hızlı ve tam olarak düzeldiyse kısa bir spontan solunum denemesinden sonra hasta ventilatörden ayrılabilir<sup>[1,2]</sup>. Ancak az bir grup hastada ventilatörden ayırma işi zor olabilir ve bu hastalar uzun süre ventilatör bağımlı kalabilirler. Ventilatörden ayrılamayan has-

talarda gözlenen en önemli sorun, ventilatörden ayrıldıklarından sonra gelişen hızlı-yüzeysel solunumdur<sup>[3]</sup>. Hızlı-yüzeysel solunumun ölü boşluk ventilasyonunu arttırması sonucu hiperkapni gelişebilir. Spontan solunum sırasında bu hastalarda solunum eforu ve rezistans artarken, kompliyans azalır ve oto-pozitif sonlu ekspiratuar basınç (PEEP) gelişir<sup>[4]</sup>. Ventilatörden ayrılmakta güçlükler yaşayan hastalarda solunumsal sorunlar yanında hemodinamik sorunlar da gelişir. Sağ ve sol ventrikülün ard-yükü artar, pulmoner ve sistemik arter basınçları artar, kardiyak "output" ve mikst venöz oksijen saturasyonunda azalma olur, taşikardi, hipotansiyon, pulmoner ödem ve miyokard iskemisi gelişebilir<sup>[5]</sup>.

**Yazışma Adresi:** *Prof. Dr. Turgay ÇELİKEL*

*Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları ve Yoğun Bakım Anabilim Dalı, Altunizade-İSTANBUL  
e-mail: turege@superonline.com*

*Makalenin Geliş Tarihi: 13.07.2004*

*Makalenin Kabul Tarihi: 20.07.2004*

## VENTİLATÖRDEN AYIRMA ZAMANININ BELİRLENMESİ

Öncelikle ASY'ye neden olan sorunun kontrol altına alınmış olması ve hastanın klinik durumunda (enfeksiyon, sepsis, şok, elektrolit dengesizliği, malnütrisyon vs.) düzelme olması gereklidir. Hastanın bilinç düzeyi ve kooperasyonu da iyi düzeyde olmalıdır. Bunun yanında hastanın oksijenasyonunun iyi düzeyde olması [inspiratuar oksijen fraksiyonu ( $FiO_2$ )  $\leq 0.5$  ve PEEP  $< 5$  cmH<sub>2</sub>O iken, parsiyel arter oksijen basıncının ( $PaO_2$ )  $> 60$  mmHg olması;  $PaO_2/FiO_2 > 150$  olması] ve solunum iş yükünün azalmış olması [dakikalık ventilasyon (VE)  $< 10$  L, solunum sayısı (f)  $< 30$ /dakika] gereklidir. Bir diğer faktör kardiyovasküler sistemdir. Hastanın hemodinamik yönden stabil olması, yani şok, miyokard iskemisi/infarktüsü ve ciddi akut aritmi gibi sorunlarının olmaması gereklidir. Örneğin; pnömoni nedeniyle MV uygulanan bir hastanın ateş, hipoksemi ve sekresyonlarının kontrol altına alınmış olması, şok tablosunda olan bir hastanın vazopressör/inotrop ihtiyacının kalmamış olması (dopamin ve dobutamin ihtiyacı  $< 5$  µg/kg/dakika) gereklidir. Ciddi asidozunun da olmaması (pH  $> 7.25$ ) gereklidir. Her ne kadar üzerinde fazla çalışma yapılmamış da olsa ciddi bronkospazm göstergesi olan hava yolu rezistansının 20 cmH<sub>2</sub>O/L/saniye'den büyük olması durumunda da "weaning" denenmemelidir<sup>[6,7]</sup>.

Ventilatörden ayırma işleminde hekimin bilgi ve tecrübesi gerekli olmakla birlikte bir takım objektif parametrelere de ihtiyaç vardır. Bu amaçla birçok parametre geliştirilmiştir: Maksimum inspiratuar basınç, maksimum volünter ventilasyonun dakikalık ventilasyona oranı, vital kapasite, ölü boşluk ventilasyonu,  $PaO_2/FiO_2$  oranı, inspiratuar solunum işi, inspirasyon başlangıcından 0.1 msn sonraki hava yolu oklüzyon basıncı ( $P_{0.1}$ ), solunum sayısının tidal volüme oranı (f/Vt; hızlı yüzeyel solunum indeksi), kompliyans-hız-oksiyasyon ve maksimal basınç parametrelerinden oluşan CROP indeksi vs. Bu parametrelerden hiçbirisi çok yeterli değildir<sup>[6]</sup>. Ancak hasta kooperasyonundan bağımsız olarak kolay ölçülebilmesi, akılda kolay kalması ve çalışmalarda en yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip parametrelerden biri olduğunun gösterilmiş olması nedeniyle f/Vt'nin 100'den küçük olmasının hastanın

ventilatörden ayrılma başarısını belirlemede en değerli indeks olduğu gösterilmiştir<sup>[8]</sup>. Ancak bu parametrenin spontan solunum sırasında ölçülmesi gerekmektedir. Hasta ventilatördeyken ve basınç destekli (pressure support) ventilasyon veya sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) altındayken bu ölçümün yapılması belirleyiciliğini azaltmaktadır<sup>[9]</sup>. Ancak pratikte yaklaşık 5 cmH<sub>2</sub>O CPAP altında f/Vt'ye bakılarak da karar verilebilmektedir.

## VENTİLATÖRDEN AYIRMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

Öncelikle hastanın hazırlanması gereklidir. Sedatif kullanımı hastaların geceleri uyumasına olanak verecek, ancak gündüzleri maksimum dikkat ve kooperasyon sağlanacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu nedenle kısa etkili sedatifler (midazolam, propofol) tercih edilebilir. Hastanın Glaskow koma skorunun 12'den büyük olması uygundur. Ekstübasyon olasılığı yüksek ise gastrik beslenmeye ara verilmeli ve midenin boşalması sağlanmalıdır. Solunum işinin azaltılması için hastaların oturur pozisyonunda olmaları tercih edilir. Hastalar "weaning" denemesi sırasında çok yakın izlenmelidir<sup>[6]</sup>. Ventilasyon desteğinin azaltılması düşünülmeden önce genellikle oksijen desteği azaltılır. Bu süreçte oksijen saturasyonu ( $So_2$ ) %92'den inmeyecek şekilde monitörize edilerek PEEP azaltılır (her defada 2-3 cmH<sub>2</sub>O olacak şekilde 5 cmH<sub>2</sub>O seviyesine kadar) ve  $FiO_2$  maske ile verilebilecek düzeye (yaklaşık %50) indirilir. Ventilasyon desteği daha sonra aşağıda belirtilen tekniklerden birisi kullanılarak yavaş yavaş azaltılır, bu esnada, hasta solunum sıkıntısı ve yorgunluk belirtileri açısından monitörize edilir (Tablo 1)<sup>[7]</sup>. Yorgunluk belirtileri gelişen hastalarda "weaning" denemesi sonlandırılmaktadır.

### T-parçası

Bu yöntemde endotrakeal tüpe bir T-parçası takılır, T-parçasının bir tarafından oksijen verilirken, diğer tarafından ekshalasyon gerçekleşir ve hasta kendi kendine solunuma bırakılır. Başlangıçta beş-on dakika süre boyunca başlatılıp, hasta tolere ettikçe birkaç saate kadar artan süreler boyunca gün içinde birçok deneme yapılır. Esteban ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, günde bir kez yapılan T-parçası denemelerinin, birden fazla yapılan T-parçası denemeleriyle benzer başarı oranına sahip

**Tablo 1. Solunum sıkıntısı ve yorgunluk belirtileri (7 no'lu kaynaktan modifiye edilerek oluşturulmuştur).**

- Takipne (> 35/dakika; beş dakikadan uzun süre)
- Hipoksemi ( $\text{SaO}_2 < \%90$ )
- Taşikardi (> 140/dakika veya > %20 artış)
- Bradikardi (> %20 azalma)
- Hipertansiyon (sistolik kan basıncı > 180 mmHg)
- Hipotansiyon (sistolik kan basıncı < 90 mmHg)
- Asidoz ( $\text{pH} < 7.32$ )
- $\text{PaCO}_2$ 'de > 10 mmHg artış
- Bilinç değişiklikleri
- Ajitasyon, terleme veya anksiyete (bazı hastalarda bu bulgular konuşarak veya uygun farmakolojik destek ile giderilebilir)

$\text{SaO}_2$ : Arteriyel oksijen saturasyonu,  $\text{PaCO}_2$ : Parsiyel arter karbondioksit basıncı.

olduğu gösterilmiştir<sup>[1]</sup>. Bu nedenle, halen popüler olan, günde bir kez yapılan iki saatlik T-parçası denemesidir. Çünkü, birden fazla yapılan denemeler personel için zaman kaybına yol açmakta ve daha da önemlisi başarısız olduğu zaman diyafragmanın dinlenmesi için 24 saatlik bir süre gerekliliğidir<sup>[10]</sup>. Yorgunluk belirtileri gelişirse deneme sonlandırılır (Tablo 1). Başarısız denemelerden sonra hastaların solunum kaslarının tercihan volüm kontrol modunda 24 saat dinlenmesi gerekmektedir. Yine Esteban ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada, yarım saatlik T-parçası denemelerinin iki saatlikler kadar etkili olduğu gösterilmiştir<sup>[11]</sup>.

### Basınç Destekli Ventilasyon

Bu yöntemde verilen basınç desteği gittikçe azaltılır. Basınç günde birkaç defa, her seferinde 2  $\text{cmH}_2\text{O}$  olacak şekilde azaltılır ve bu esnada yorgunluk belirtileri gözlenir. Basınç desteği endotrakeal tüp ve ventilatör devresinin direncini karşılayacak düzeye indirildiğinde (6-8  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) ekstübasyon düşünülür<sup>[12]</sup>. Ancak bu değer üst hava yollarında gelişen hasara göre hastadan hastaya değişebilmektedir. Bu nedenle kesin bir inspiratuar basınç değeri bulunmamaktadır. Eğer hastada yorgunluk belirtileri gelişirse hastanın inspiratuar basınç desteği bir önceki değere çıkartılır. Yorgunluk belirtileri devam ediyorsa tam ventilasyon desteğine (volüm kontrol) geçilebilir.

### Senkronize İntermittant Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

Kan gazına ve klinik duruma göre günde birkaç kez hasta 4/dakika solunum sayısını to-

lere edene kadar solunum sayısı 2-4/dakika azaltılır. Hasta 4/dakika solunum sayısını tolere ediyorsa ventilatörden ayrılabilir.

Yukarıda belirtilen “weaning” yöntemlerini karşılaştıran iki randomize çalışma mevcuttur<sup>[1,2]</sup>. Bu çalışmaların birinde iki saatlik T-parçası denemesinin “weaning” süresini SIMV’ye nazaran üç kat, basınç destekli ventilasyona nazaran ise iki kat azalttığı gösterilmiştir<sup>[1]</sup>. Diğerinde ise basınç destekli ventilasyonun T-parçası denemesi ve SIMV’den daha üstün olduğu gösterilmiştir<sup>[2]</sup>. Her iki çalışmanın da ortak sonucu SIMV modunun “weaning” süresini en çok uzatan yöntem olduğudur.

Bir diğer önemli konu “weaning” denemelerinin sistematik bir şekilde yapılmasının önemidir. Her gün hastaların “weaning” parametreleri ile değerlendirildikten sonra T-parçası denemesi yapılmasının “weaning” süresini iki kat kadar azalttığı gösterilmiştir<sup>[13]</sup>.

Son yıllarda noninvaziv mekanik ventilasyon (NIMV)’un da “weaning” yöntemi olarak kullanılabileceği gösterilmiştir<sup>[14]</sup>. Bu çalışmada spontan solunum yapamayan ancak ekstübasyon için uygun olan hastalar randomizasyon sonrası doğrudan ekstübe edilerek NIMV uygulanmış, kontrol grubunu oluşturan diğer hastalara ise basınç destekli ventilasyon ile “weaning” uygulanmıştır. NIMV ile “weaning” yapılan hastaların “weaning” süresinin yaklaşık altı gün, yoğun bakım ünitesi yatış süresinin ise yaklaşık dokuz gün daha kısa olduğu gösterilmiştir<sup>[14]</sup>.

## “WEANING” BAŞARISIZLIĞINA YAKLAŞIM

“Weaning” denemesinin başarısızlığa uğraması durumunda geri dönüşebilir faktörler üzerine eğilinmesi gerekmektedir (Tablo 1). “Weaning” başarısızlığına yol açan faktörler ve tedavi yaklaşımları Tablo 2’de özetlenmeye çalışılmıştır.

## EKSTÜBASYON

“Weaning” ve ekstübasyon aynı şeyler değildir. Bir hastanın ventilatör ihtiyacı kalmadığı halde üst hava yolları obstrüksiyonu, üst hava yolu reflekslerinin olmaması hala entübe kalmasını gerektirebilir. Bu nedenle “weaning” sonrası ekstübasyonun ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir. Endotrakeal tüpün kafı söndürüldüğünde volüm kontrollü ventilasyon sıra-

**Tablo 2. “Weaning” başarısızlığına yol açan faktörler ve tedavi yaklaşımları (6 no’lu kaynaktan modifiye edilerek oluşturulmuştur).**

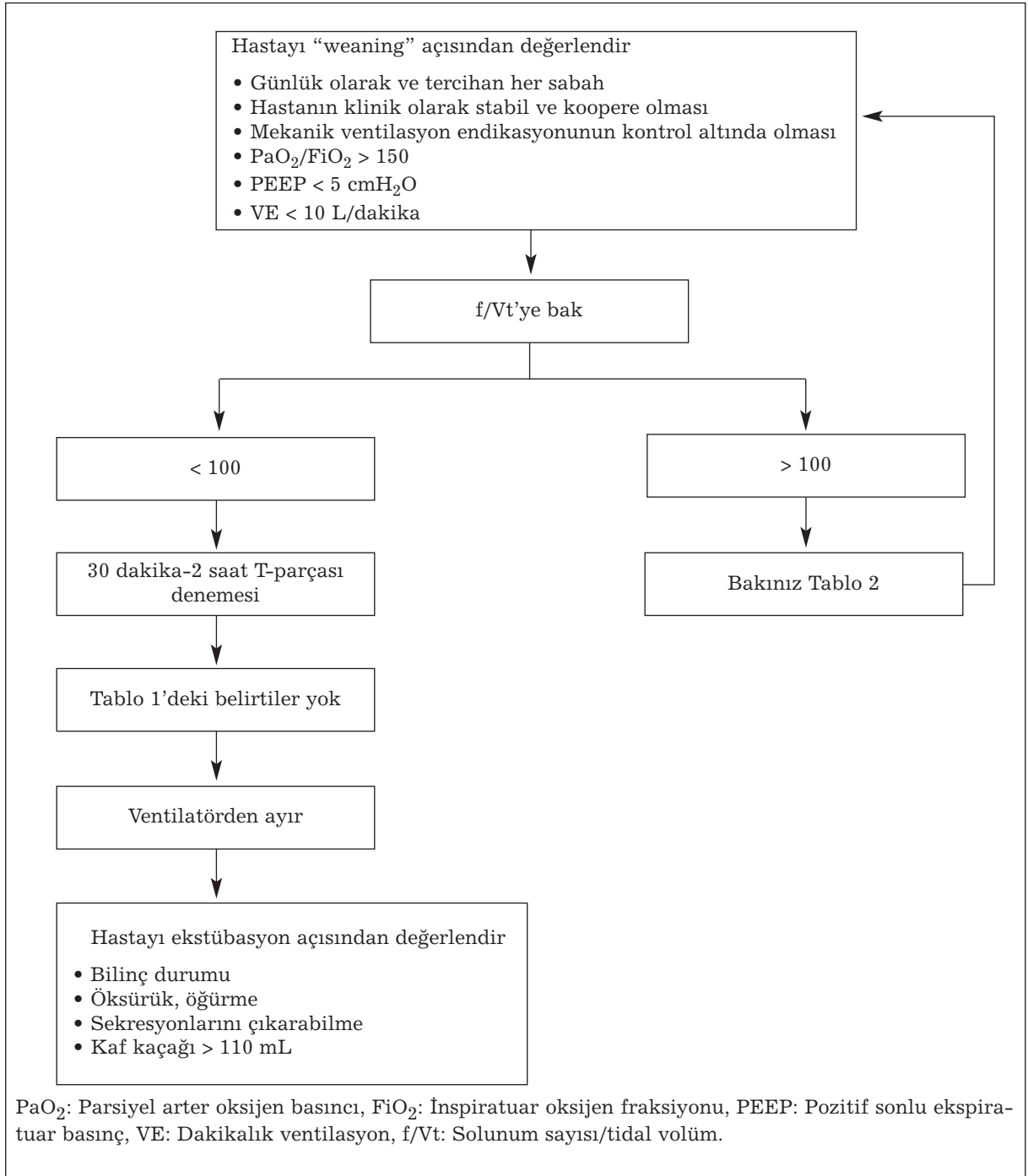
Faktörler	Tedavi
Akciğerler	
Rezistansın artması	Alt solunum yolu infeksiyonunun tedavisi Sekresyonların kontrolü Bronkodilatör tedavi Kortikosteroid tedavi
Kompliyansın azalması	Pnömoni veya pulmoner ödemin tedavisi Oto-PEEP’in önlenmesi Büyük plevral efüzyonların boşaltılması Pnömotoraksın boşaltılması Abdominal distansiyonun tedavisi
Solunum işinin artması	Sepsis, şok ve ateşin tedavisi Metabolik asidozun tedavisi Pulmoner tromboembolinin tedavisi Fazla beslenmeden kaçınılması Kompliyans azalması ve rezistans artışının tedavisi Minimum PEEP’in uygulanması
Solunum pompası	
Santral sinir sistemi	Nörolojik hastalıkların düşünülmesi Konvülsiyonların tanı ve tedavisi Fazla sedasyondan kaçınılması Hipotiroidizmin tanı ve tedavisi
Kas-sinir sistemi	Sepsisin tedavisi Uygun beslenme desteği Elektrolit (Mg, P dahil) ve asit-baz dengesinin sağlanması Paralitik ajan kullanımından kaçınılması Dikkatli aminoglikozid ve steroid kullanımı Kritik hastalık miyo/nöropatisinin düşünülmesi Rehabilitasyon
Kardiyovasküler sistem	Hipervoleminin önlenmesi ve tedavisi Kardiyak “output”un optimizasyonu
Psikolojik	Uyku düzeninin korunması Depresyon ve deliryumun tanı ve tedavisi Hastanın motivasyonu Minimal sedasyon uygulaması

PEEP: Pozitif sonlu ekspiratuar basınç.

sında inspiratuar ve ekspiratuar  $V_t$ 'ler arası fark  $> 110$  mL ise larenks ödemi olmadığı kesin olmamakla birlikte söylenebilmektedir<sup>[15]</sup>. Ayrıca, hastanın üst hava yolları reflekslerinin (öksürük, öğürme) olması, sekresyonlarını çıkarabiliyor olması da ekstübasyon için gereklidir.

### “WEANING” UYGULAMASI

Yukarıda gözden geçirilen faktörler ışığında her kliniğin kendi “weaning” protokolünü belirlemesi gerekmektedir. Kanıta dayalı tıp uygulamaları dikkate alınarak Şekil 1’de gösterilen “weaning” algoritması önerilmektedir.



Şekil 1. “Weaning” algoritma örneği (6 ve 7 no’lu kaynaklardan modifiye edilerek oluşturulmuştur).

## TRAKEOTOMİ

Entübasyonun üst hava yollarına vereceği zararın önlenmesi amacıyla uzamış entübasyonda trakeotomi uygulanmaktadır. Ancak trakeotominin ne zaman uygulanması gerektiği ve hangi hastalarda kar/zarar oranının yüksek olduğu kesinlik kazanmamıştır. Trakeotominin hasta rahatını arttırması, sekresyonların aspirasyonunu kolaylaştırması, hava yolu rezistansını azaltması, hastanın hareketliliğini arttırması, hastanın beslenmesini mümkün kılması ve “weaning” süresini kısaltabilmesi gibi teorik avantajları mevcut olduğundan hastanın stabilizasyonu sonrası ventilasyon süresinin uzayacağı tahmin edilen hastalara uygulanması önerilmektedir<sup>[7]</sup>.

## “WEANING” YAPILAMAYAN HASTA

Bir kısım hasta tüm çabalara rağmen ventilatöre bağımlı kalmaktadır. Bunun nedenleri tam olarak anlaşılammıştır. Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde bu hastalar için ayrı üniteler mevcuttur. Ancak önerilen, açık bir şekilde geri dönüşümsüz bir hastalık varsa (yüksek spinal kord zedelenmesi veya ilerlemiş amiyotrofik lateral skleroz gibi), uzamış ventilatör desteğine gereksinim gösteren hastalar ancak üç aylık süre içerisinde “weaning” denemeleri sürekli başarısız olursa kalıcı ventilatör bağımlısı olarak değerlendirilmelidirler<sup>[7]</sup>. Bu hastalar belirtilen özel ünitelerde izlenebilirler.

## SONUÇ

“Weaning” toplam MV süresinin neredeyse yarısını oluşturmaktadır<sup>[16]</sup>. Entübasyon ve MV'nin erken ve bilinçsizce sonlandırılması, gereksiz yere uzatılması kadar risklidir. Sıklığı %5-15 arası değişen reentübasyon, mortaliteyi yaklaşık altı kat, nozokomiyal pnömoni gelişimini ise yaklaşık sekiz kat arttırmaktadır<sup>[17,18]</sup>. Bu nedenle “weaning” MV sürecinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Gerek “weaning” parametrelerinde gerekse de “weaning” yöntemlerinde kesin kurallar olmamakla birlikte “weaning” in bir algoritmaya göre yapılmasının başarıyı arttıracığı kesindir.

## KAYNAKLAR

1. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1995;332:345-50.

2. Brochard L, Rauss A, Benito S, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:896-903.
3. Tobin MJ, Perez W, Guenther SM, et al. The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:1111-8.
4. Jubran A, Tobin MJ. Pathophysiologic basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:906-15.
5. Lemaire F, Teboul JL, Cinotti L, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1988;69:171-9.
6. Manthous CA, Schmidt GA, Hall JB. Liberation from mechanical ventilation. A decade of progress. *Chest* 1998;114:886-901.
7. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. *Chest* 2001;120(Suppl):375-95.
8. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324:1445-50.
9. Tobin MJ. Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2001;344:1986-96.
10. Laghi F, D'Alfonso N, Tobin MJ. Pattern of recovery from diaphragmatic fatigue over 2 hours. *J Appl Physiol* 1995;79:539-46.
11. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, et al. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:512-8.
12. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991;75:739-45.
13. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-9.
14. Nava S, Ambrosino N, Clini E, et al. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *Ann Intern Med* 1998;128:721-8.
15. Miller RL, Cole RP. Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 1996;110:1035-40.
16. Esteban A, Alia I, Ibanez J, et al. Modes of mechanical ventilation and weaning: A national survey of Spanish hospitals. *Chest* 1994;106:1188-93.
17. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 1997;112:186-92.
18. Torres A, Serra-Batless J, Ros E, et al. Pulmonary aspiration of gastric contents in patients receiving mechanical ventilation: The effect of body position. *Ann Intern Med* 1992;116:540-3.