



Ventilatörden Ayırma (“Weaning”) Yöntemleri

Dr. Oktay Demirkıran

İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji Anabilim Dalı, Sadi Sun Yoğun Bakım Ünitesi

ÖZET

Entübasyon ve mekanik ventilasyon rutin ve hayat kurtarıcı girişimler olup, yoğun bakım pratiğinde %20-60 arasında yer alırlar. Endotrakeal entübasyon ile mekanik ventilasyon ve ventilatör devrelerinin kullanımı ile nozokomiyal pnömoni olasılığı artar. Hastanın spontan solunumunu sağlayabileceği en erken zamanda mekanik ventilatörden ayrılması çok önemlidir. Kısa süreli ventilasyon gereği olan hastaların büyük bir bölümünde ventilatörden ayırma çabuk ve kolayca olmakta iken, akut solunum yetersizliğinde zorluk çekilebilmektedir.

“Weaning” uygulamasında kullanılan teknikler başlıca Senkronize zorunlu ventilasyon (SIMV), pressure support ventilasyon (PS) ve T-tüp denemeleridir.

Bu derlemede bu yöntemlerin etkinlikleri karşılaştırılmaları olarak değerlendirilecektir.

SUMMARY

Intubation and mechanical ventilation are routine and life-saving procedures, and in critical care practice the percentage of patients receiving ventilatory support varies between 20-60%. Endotracheal intubation with mechanical ventilation and the use of ventilatory circuits increase the risk of nosocomial pneumonia. It is crucial to discontinue ventilatory support and extubate at the earliest time. The majority of patients who require short term mechanical ventilatory support, mechanical ventilation can be removed quickly and easily, but may be associated difficulty in acute respiratory failure.

The major techniques are used include synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV), pressure support ventilation (PSV) and T-tube trail.

This article will review weaning techniques, their effects on “weaning” failure, and benefits.

Mekanik ventilasyon, solunum yetersizliği gelişen pek çok hastada yaşam kurtarıcı olmakla birlikte neden olabileceği komplikasyonlar dolayısıyla mümkün olan en kısa sürede

hastaların mekanik ventilatörden ayrılması gerekmektedir. Mekanik ventilatörden ayırma (“weaning”) süreci, solunum yetersizliğine neden olan olayın iyileşmesini izleyerek zaman içerisinde mekanik ventilasyon desteğinin kademeli olarak azaltılması ve solunum işinin sonunda tümüyle hastaya bırakılmasına dek devam eder. Mekanik ventilatörden ayırma yoğun bakım pratiğinde en önemli sorunlardan bir olup, aynı zamanda mekanik ventilasyon süresinin de önemli bir kısmını oluşturur^{1,2}.

Mekanik ventilasyon gereksinimi olan hastaların %80’inde ventilatörden ayırma işlemi kolayca gerçekleştirilebilir. Bunlar postoperatif mekanik ventilasyon gereksinimi olan, ilaç aşırı dozu nedeniyle tedavi gerektiren ve astımın akut atağı gibi kısa süreli mekanik ventilasyon gereksinimi olan hastalardır^{3,4}. Ancak uzamış ventilatör gereksinimi olan hastalar, kronik obstrüktif akciğer hastaları ve kronik zeminde akut solunum yetersizliği gelişen hastalarda “weaning” işlemi kolay olmamaktadır^{5,6}.

“Weaning” işlevi yedi basamakta toplanabilir⁷

- 1- “Weaning” öncesi dönem. Bu dönemde hastanın ventilatörden ayrılması söz konusu değildir. Mekanik ventilasyon uygulanan her hasta bu ilk aşamayı geçirir, ancak bazı hastalar bu aşamadan ileriye gidemezler. Epstein’ın çalışmasında mekanik ventilasyon uygulanan 249 hastadan %26’ sı birinci aşamayı geçemediği ölmüşlerdir⁸.
- 2- Hastanın “weaning” için hazır olduğunun düşünüldüğü dönem
- 3- Hastanın verilerinin “weaning” için uygunluğunun değerlendirildiği dönem
- 4- Ventilatör desteğinin azaltılması
- 5- Ekstübasyon (destek azaltılmasını tolere edebilenlerde)
- 6- Ekstübasyon sonrası non invazif olarak mekanik ventilasyon desteğinin devamı (hastaların azında gerekli olur)
- 7- Reentübasyon

Ekstübasyon ve “weaning” başarısı için, hastanın durumu stabil olmalı, gastrointestinal kanama, akut miyokard infarktüsü, sepsis gibi yeni olaylar olmamalıdır⁶. “Weaning” başarısızlığında intrapulmoner gaz değişimi bozuklukları, kardiyovasküler disfonksiyon ve fizyolojik bağımlılık gibi faktörler etkilidir⁶.



Başarılı bir ayırma için dikkat edilmesi gereken bazı faktörler vardır^{9,10}.

1. Bazı hastalar "weaning" sırasında ventilatör desteğine gerek gösterirler.
2. Oksijen ve soluk sonu pozitif basınç (PEEP) oksijenasyon desteği için gerekebilir.
3. Bazı kişilerde ventilatör desteği sonlandıktan sonra da yapay havayolu idamesi gerekebilir.

Ventilatörden ayırmada en uygun zaman ve uygulama şeklinin seçimi bilimsel verilerden çok, deneyim ve tercihlere bağlı kişisel uygulama olarak sürmektedir¹¹.

Hasta solunum işini (WOB) sağlayacak duruma geldiğinde ventilatör desteği azaltılabilir. Ventilatör desteğini azaltmada üç yaklaşım sık olarak kullanılmaktadır: Senkronize zorunlu ventilasyon (SIMV), pressure support ventilasyon (PS) ve T-tüp weaning. 1990' ların başına dek bu üç yöntemin eş düzeyde başarılı olduğu düşünülürdü. 1990' ların ortalarındaki çalışmalarla SIMV' nin "weaning" için daha uzun zaman aldığı açıkça gösterilmiştir. Bu bulgulara karşın önemli sayıda hekim halen bu yaklaşımı kullanmaktadır.

Bu geleneksel yöntemlere ek olarak kapalı devre ventilasyonun daha karmaşık formları "weaning" için önerilmiştir. Bunlar volüm hedefli, basınç destekli ventilasyon (örneğin volüm desteği), otomod, zorunlu dakika ventilasyonu, otomatik tüp kompensasyon gibi yöntemlerdir.

Senkronize Aralıklı Mandatory Ventilasyon (SIMV):

Aralıklı zorunlu solunum (IMV) da hasta spontan solunum yaparken önceden belirlenmiş olan aralıklarla ventilatör tarafından zorunlu soluklar gönderilir. Daha sonraları tanımlanan senkronize aralıklı zorunlu solunum (SIMV) de ise, hastanın inspiyum eforu ile ventilatör tarafından hastaya gönderilen zorunlu soluklar tetiklenmekte, böylece hastanın daha uyumlu solunum yapması sağlanmaktadır. Hastanın solunum kasları spontan solunum sırasında çalışırken, zorunlu solunumlar sırasında dinlenir.

"Weaning" için SIMV kullanıldığında, zorunlu solunum hızı giderek azaltılır (1-3 solunum (dakikada) ve her değişiklikten 30 dakika sonra arter kan gazı değerlendirilir. Solunum işini azaltmak ve aşırı yorulmayı önlemek için basınç desteği (PS) eklenebilir. PS kullanımı SIMV hızı düşük ise önemlidir (4-6 soluk/dak altında). SIMV sırasında PS düzeyi 5-10 cmH₂O arasında seçilir, ayarlanan basınç değeri genellikle ulaşılan spontan tidal volüm ve solunum işinin varlığına bağlıdır. Entübasyon tüpü kullanımı ve düz yatmaya bağlı olarak gelişen fonksiyonel residüel kapasite değişikliklerini kompanse etmek için PEEP 3-5 cmH₂O kullanılmalıdır^{11,13}.

Aslında, SIMV sırasında solunum kasları zorunlu ve spontan solunumlarda belirgin iş yapar. Gelecek solunumun zorunlu

ya da spontan olacağı solunum merkezi tarafından önceden bilinemediğinden ventilatör uyumsuzluğu ortaya çıkabilir¹². Zorunlu hız gereken dakika ventilasyonun %50 ya da daha azı noktasına indiğinde, destek tümüyle geri çekildiğinde hasta daha zor solunmak zorunda kalabilir^{13,14}. Sonuç olarak, hastanın spontan solunum hızı belirgin olarak artabilir. T-parçası ve "pressure support" ile karşılaştırıldığında SIMV' de "weaning" süreci uzar. Ancak ilginç olarak bu yöntem halen "weaning" için kullanılmaktadır^{15,16}.

Basınç destekli ventilasyon (Pressure Support ventilation): Basınç destekli ventilasyonda (PSV) hasta hız, zaman ve her soluktaki derinliği kontrol eder, diğer bir deyişle PSV hasta tetikli, basınç limitli ve akım döngülüdür. Hastanın her inspiyum eforunun ventilatörü tetiklemesi ile hava yollarında belirli bir pozitif basınç oluşturacak akım ile desteklendiği bir ventilasyon şeklidir. Gelişmiş monitörizasyon ve alarm sistemleri ile günümüz ventilatörlerinde volümle oryante olmayan bu yaklaşım güvenli, etkin bir "weaning" yöntemidir^{14,17}.

"Weaning" için PS kullanıldığında, hastanın frekansına göre basınç düzeyi kademeli olarak 3-6 cmH₂O azaltılır.

Genel olarak, "weaning" kriterlerine uyan hastalarda basınç düzeyi 5-15 cmH₂O olarak ayarlanır. Başka bir yaklaşım ise hastanın bazal solunum hızının 15-25 soluk/dak ve tidal volümün 300-600 mL/dak olarak sağlanmasıdır. Uygun olmayan PS ayarlarında taşikardi, hipertansiyon, taşipne, terleme, paradoks solunum ve yardımcı kasların aşırı kullanımı görülür¹².

PSV ile weaning sırasında, herhangi bir sıkıntı olmadan yeterli spontan solunum hızı ve tidal volüm elde edilene PS düzeyi giderek azaltılır. dek. PS 5cmH₂O' ya düşürüldüğünde basınç düzeyi ventilasyon desteğini sağlamak için yeterli değildir. Bununla beraber, bu düzeyde PS genellikle ventilatör sistemi üzerindeki yükü yenmede yeterlidir (örneğin ET direnci, trigger duyarlılığı, gereksinim-akım kapasitesi, nemlendirici kullanımı). Ekstübasyondan sonra üst hava yolu direnci normalden fazla olur. PS eklenmesi ekstübasyon sonrasında hastanın solunum işini azalttığından dolayı, "weaning" sırasında düşük düzeyde Ps eklenmesi hedeflenmektedir. Mehta ve ark çalışmasında, 22 hastada ekstübasyondan 15 dakika sonrasındaki solunum işinin ekstübasyon öncesine göre 5 cmH₂O PS uygulanan hastalarda %36, 5 cmH₂O CPAP uygulanan hastalarda %23 oranında azaldığı saptanmıştır¹⁹.

T-parçası ile weaning:

T-parçası ile weaning varolan tekniklerin en eskisidir. Önceden planlanan şekilde hasta ventilatörden ayrılır. "Weaning" işlemi hasta kısa aralıklarla spontan olarak soluyabildiğinde ve "weaning" kriterlerine ulaşıldığında başlar. Orijinal T-parçası denemesinde hasta giderek artan sürelerde ventilatörden ayrılır. Örneğin ilk periyod 5-10



çok olmalı, ardından hasta 1 saat süre ile ventilatöre geri bağlanmalıdır. Bu işlem saatte bir tekrarlanmalıdır. Hasta ventilatörden 30 dak ayrı kalabilececek hale gelene dek, ventilatörden ayrı kalma süresi giderek artırılır. Ardından ayrı kalma süresi 1 saate çıkarılır. Hastanın uyumuna göre spontan solunum süresi artırılır. Bu süre Sahn ve Lakshminarayan'ın çalışmalarında¹¹ 8 saat, Krieger'ın çalışmasında²⁰ 16 saat, Pichard ve ark.²¹ çalışmasında 12 saat olarak belirtilmiştir. 1980'lerin sonunda T parçası uygulamaları büyük oranda IMV'nin yerini almıştır²².

Günümüzde T parçası uygulamasında limit 2 saat ya da altıdır. 30 dakikalık T-parçası uygulamasında sıkıntı gelişmediğinde hasta ekstübe edilir. Uygulamada başarısızlık olduğunda bir sonraki deneme için 24 saat beklenir. 24 saat ve üzerindeki bekleme ile solunum kaslarındaki stres tümüyle ortadan kalkar²³.

T-parçası sistemi geniş rezervuarlı ısıtıcı nemlendiriciyi de içerir. Nemlendirici gaz karıştırıcısına (hava/oksijen) bağlanır, bu istenen fraksiyondaki oksijene erişmek üzere yüksek akımlı gaz (en az 10L/dak) sağlar. Nemlendirici gaz kaynağı geniş bir tüp ile T-parçasına, bu da hastanın endotrakeal tüpüne bağlanır. Diğer geniş çaplı boru T-parçasının eskalasyon boşluğuna bağlanır. Eğer hasta inhale ediyor ve nemlendiriciden gelen gaz akımı yetersizse, hasta rezervuardan gelen ve ayarlanan FiO₂'de gaz içeren havayı inhale eder. Hastalar bu işlem sırasında oturur ya da yarı oturur pozisyonudadır. Ayrıldıktan sonra hastaların sürekli izlenmesi gerektiğinden yüksek düzeyde personel ilgisi gerekmektedir^{7,18}.

T parçası ile weaning ventilatör ile uygulandığında, ventilatör modu spontan ya da sürekli pozitif basınçlı ventilasyon (CPAP) olarak ayarlanır, zorunlu huz kapatılır. Ventilatörün kullanımının avantajları alarmların varlığı, dezavantajı ise hastanın hastanın ventilatör sisteminden soluma çabaları ile iş yükü artar. Son zamanlardaki ventilatörler ile akım trigger spontan solunum destekler ve hastanın solunum işini azaltır^{7,18}.

Kalp hastalarında, ciddi kas güçsüzlüğünde ya da kronik akciğer hastalığı nedeniyle panikte olan hastalarda T parçasına uyum daha düşüktür¹⁸.

“Weaning” yöntemleri çalışmalarının karşılaştırmalı irdelemesi:

Yukarıda söz edilen üç “weaning” yaklaşımını karşılaştırmada ilk kontrollü çalışma Brochard ve ark.¹⁴ tarafından yapılmış olup, ayrılma güçlüğü olan 109 hasta üç gruba ayrılmıştır. 21. günde “weaning” başarısızlığı oranları PS grubunda %8, T tüp denemelerinde %33, IMV uygulamasında %39 olarak bulunmuştur. “Weaning” için gereken süre PS uygulamasında 5,7 3,7 gün, T-tüp denemesinde 8,58,3 gün, IMV uygulamasında ise 9,98,2 gün olarak saptanmış olup, PS grubu ile diğer iki grup

arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. Esteban ve ark. nın¹³ çok merkezli, mekanik ventilasyon uygulanan 546 hastayı içeren çalışmalarında, hastalar dört gruba ayrılmış ve bu gruplara SIMV (başlangıç hızı 10 olup, günde iki kez azaltılmıştır), PS (186,1 cmH₂O ayarlanmış olan basınç olası oldukça günde iki kez azaltılmıştır), günde bir kez T-tüp denemesi ve aralıklı spontan solunum denemeleri (günde iki kez ya da daha sık) uygulanmıştır. “Weaning” güçlüğü olan 130 hastalık alt grup değerlendirilmesinde, 14. güne dek devam eden mekanik ventilasyon gereksinimleri SIMV grubunda %17, PS grubunda %11, günde bir kez T tüp denemelerinde %3, aralıklı T-tüp ya da CPAP uygulamaları grubunda %3 olarak bulunmuştur. “Weaning” için geçen ortalama süreler SIMV’de 5 gün, PS’de 4 gün, günde bir kez T tüp denemesinde 3 gün ve aralıklı T-tüp ya da CPAP uygulamalarında 3 gün olmuştur. Sonuçta “weaning” başarısı günde bir kez T tüp denemeleri ile aralıklı T tüp ya da CPAP uygulamalarında eş iken, bu yöntemler ile SIMV’den 3 kez, PS’den 2 kez daha hızlı “weaning” sağlanmıştır. Bu iki çalışmada da IMV “weaning” uygulamasında en başarısız yöntem olarak bulunmuştur. Birbiri ile benzer olan bu iki çalışmada ekstübasyon zamanları farklıdır. Brochard ve ark. nın çalışmasında IMV de 4 soluk/dak. 24 saat süreyle, Esteban ve ark. nın çalışmasında ise 5 soluk/dak. 2 saat süreyle tolere edildiğinde hastalar ekstübe edilmişlerdir.

Her iki çalışmada da başlangıçta benzer PS uygulanmıştır. Solunum frekansı 20-30 soluk/dak ve solunum hızı <25/dak olana dek sonuçta her iki grupta da 18 cmH₂O PS uygulanmıştır. Brochard ve ark.nın çalışmasında PS günde iki kez 2-4 cmH₂O, Esteban ve ark.nın çalışmasında ise bu oranda ya da daha fazla olarak azaltılmıştır. Ekstübasyonlar, Brochard ve ark.nın çalışmasında 8 cmH₂O PS 24 saat süreyle tolere edildiğinde (ortalama 6 gün), Esteban ve ark.nın çalışmasında ise 5 cmH₂O PS 2 saat süreyle tolere edildiğinde (ortalama 4 gün) gerçekleştirilmiştir.

T parçası yaklaşımları iki çalışmada farklı olmuştur. Brochard ve ark. günde iki kez, Esteban ve ark. ise günde bir kez ya da aralıklı spontan solunum denemeleri ile birlikte olmak üzere iki farklı biçimde uygulamışlardır. Ekstübasyon zamanları bu uygulamada da farklılık göstermiştir. Brochard ve ark. en az üç ayrı 2 saatlik T parçası uygulaması tolere edildiğinde, Esteban ve ark. ise ilk 2 saatlik deneme tolere edildiğinde ekstübasyonu gerçekleştirmişlerdir. Ortalama ekstübasyon zamanları Brochard ve ark.nın çalışmasında 8,5 gün iken, Esteban’ın çalışmasında 3 gün olarak bulunmuştur.

Ancak bu iki çalışmanın ortak sonucu olarak, “SIMV” weaning için en az etkin yöntem iken, T- tüp denemesi ile PS arasında birbirlerine üstünlükleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Esteban ve ark.²⁴ daha sonra yaptıkları başka bir çalışmalarında ise 48 saatten uzun mekanik ventilasyon



uygulanan hastalarda "weaning" başarısızlığı 30 ve 120 dakikalık T parçası denemelerinde sırasıyla %12 ve %16 bulunmuştur. Hastaların %74'ü başarı ile ekstübe edilmiş, sadece %13'ünde yeniden entübasyon gerekmiştir. Bu çalışma hastaların 30 dakikada mekanik ventilatörden ayrılabilceğini göstermiştir.

Esteban ve ark.nın bir başka çalışmasında ²⁵, 48 saatten uzun mekanik ventilasyon uygulanan 484 hastada, 2 saat T tüp denemesi ve 2 saat 7 cmH₂O PS uygulaması karşılaştırılmıştır. Başarısızlık oranları T tüp denemelerinde PS uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur (%22'ye karşılık %14). Yeniden entübasyon gereksinimi her iki grupta da eş oranlarda olmuştur. Ekstübasyon başarıları ve uygulama süresi açısından iki grup arasında fark saptanmamıştır.

Perren ve ark.²⁶ nın 30 ve 120 dakikalık PS uygulamalarını karşılaştırdıkları 98 hastalık çalışmalarında, 7 cmH₂O PS uygulanan iki grup arasında "weaning" başarısızlığı eş bulunmuş (%6,5 karşılık %11,5), yeniden entübasyon oranları açısından fark saptanmamıştır (%7'ye karşılık %4).

Koh ve ark. nın çalışmasında ²⁷ kademeli olarak azaltılan PS uygulanan hastalarda 1 saatlik T tüp denemesi eklenmesinin yararı araştırılmış olup, T tüp eklenenlerle doğrudan ekstübe edilenler arasında weaning başarısızlığı (%45 karşılık %30) ve yeniden entübasyon gereksinimi (%18 karşılık %20) açısından belirgin fark bulunmamıştır.

Matic' in çalışmasında ²⁸ 48 saatten uzun mekanik ventilasyon uygulanan 260 hasta iki gruba ayrılarak, 2 saatlik T tüp denemesi ve 2 saatlik 8 cmH₂O PS uygulanmıştır. PS grubundaki hastaların %80' ni, T tüp denemesindeki hastaların ise %73' ü başarı ile ekstübe edilmiştir. Weaning başarıları PS grubunda daha yüksek bulunmuştur (%86,7'ye karşılık %70). "Weaning" süresi PS grubunda daha kısa (54 saate karşılık 94 saat), yeniden entübasyon gereksinimi PS grubunda daha düşük (%1'e karşılık %2) saptanmıştır.

Vitacca ve ark. 'nm ²⁹ 15 günden uzun mekanik ventilasyon gereksinimi olan 75 KOAH' lı hastayı içeren çalışmasında hastaların %31' i T tüp denemesini tolere etmiştir. T tüp denemesi başarısız olan 52 hasta iki gruba ayrılarak, PS ve T tüp denemeleri uygulanmış, "weaning" başarıları, ventilasyon süresi, hastanede yatış süresi, mortalite açısından iki grup benzer bulunmuştur.

Ezingeard ve ark. 'nın çalışmasında ³⁰ 118 hastadan 87'sinde T tüp denemesi, 31'inde ise T-tüp denemesi ile başarısızlık gelişmesi sonucu PS uygulanmıştır. 24 saatten uzun mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda 30 dakikalık T tüp denemesi başarılı olduysa ekstübasyon, başarılı olmadıysa 7 cmH₂O PS uygulanmıştır. 48. saatte ekstübasyon sonrasında reentübasyon T -tüp denemesinde %13, PS grubunda %19 bulunmuştur. T-tüp denemesi ile PS arasında

mortalite açısından fark saptanmamıştır. Bu çalışma sonucunda, T tüp denemesi ile başarısız olanlarda PS uygulamasının KOAH gibi ventilatörden ayırmada güçlük çekilen hastalarda başarılı olacağı vurgulanmaktadır.

Reentübasyon oranları çalışmalarda %5-20 arasında farklılıklar göstermektedir ^{15,16,25,30,31}. Bu farklılıklar, hasta popülasyonlarının, ekstübasyon ve reentübasyon kriterlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Epstein ve ark.nın çalışmasında ³², 289 medikal hastanın %15 'inde reentübasyon gerekmiş ve hastane mortalitesi reentübe olanlarda başarılı ekstübe olanlara göre yedi kat daha fazla bulunmuştur. Esteban ve ark.nın çalışmasında 21 mortalite oranı reentübasyon gereken hastalarda %32.8, başarılı ekstübasyonda %4.6 saptanmıştır.

Rentübasyon gereken hastalarda üç faktör yüksek mortalite oranlarından sorumludur: Girişimin kendisinin invaziv olması, ekstübasyon ile reentübasyon arasında geçen süre, reentübasyonun gerekçesi.

Uygulanan "weaning" tekniklerinin birbirlerine üstünlüğü ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda bu uygulamaların solunum işine etkileri karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonuçları değerlendirildiğinde SIMV ile "weaning" uygulamasının daha uzun sürebileceği, T parçası denemesi ile PS arasında belirgin fark bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Ventilatörden ayırmada kullanılan kapalı devre teknikleri: Kapalı devre tekniklerinde ayarlanan değişken ölçülen kontrol değeri ile karşılaştırılmaktadır. Kapalı devre yöntemleri basitçe volüm destekten adaptif destek ventilasyona dek uzanır. İleri kapalı devre teknikleri otomatik tüp kompensasyonu, volüm hedefli PSV, zorunlu dakika solunum, adaptif destek ventilasyonudur.

Otomatik tüp kompensasyonu (OTK) :

Endotrakeal tüpten destek olmadan spontan soluyan hastalarda solunum işi artar ³³. Bu artış tüpün çapı ile doğrudan ilişkilidir. Artan direnci kompanse etmek için PS kullanılır, ancak ayarlanacak sabit bir PS değeri inspiratuvar akım değişikliklerine karşı yeterli kompensasyon sağlayamaz ³⁴. Bu sorunu yenmek amacıyla yeni nesil ventilatörlerde (Puritan Bennet 840, Drager Evita XL, Viasys Avea) otomatik tüp kompensasyonu eklenmiştir. Otomatik tüp kompensasyonunun amacı endotrakeal tüp direncine karşı gelişen işi azaltmaktır ¹².

Otomatik tüp kompensasyonu PSV ya da CPAP uygulamalarındaki aşırı ya da yetersiz kompensasyona yol açmadan spontan solunum destekler ³⁵. Solunum işinde azalmanın yararı açısından değerlendirildiğince otomatik tüp kompensasyonu PS' den daha konforlu görünmektedir ³⁶.

Otomatik tüp kompensasyonu ile yapılmış en geniş tek merkezli çalışma Cohen ve ark.na ³⁷. ait olup, 24 saat



üzerinde mekanik ventilasyon uygulanmış olan 99 hastanın 51' inde otomatik tüp kompensasyonu, 48' inde tek başına CPAP kullanılmıştır. Başarılı ekstübasyon oranı OTK' da CPAP grubuna göre belirgin olarak farklı olmuştur (%82' ye karşılık %65). Rentübasyon oranları OTK' da 514 iken CPAP grubunda %24 olmuştur.

Volüm hedefli PSV:

Bu mod Servo ventilatörlerde (Maquet) volüm desteği (VS), Venturi ventilatörlerde değişken basınçlı destek (VPS) olarak adlandırılır. Basitçe volüm hedefi ile birlikte olan PS' dur.

VS ya da volüm hedefli PSV' da PS kullanılırken belirlenmiş VT değerini sağlar. VS hedeflenmiş olan volümü sağlamasına karşın "weaning" uygulamalarındaki değeri henüz tam olarak araştırılmamıştır³⁸.

Zorunlu dakika ventilasyonu (MMV):

Geleneksel yöntemlerle (SIMV, PSV) "weaning" ile sabit bir ventilasyon düzeyi garanti edilemez. MMV' de hastanın spontan solunum azaldığında ventilatör destek düzeyini otomatik olarak artırır. MMV "weaning" için SIMV kadar yeterli olup, yoğun bakım çalışanlarının desteğini daha az gerektirir³⁹.

Günümüzde kullanılan ventilatörlerle değişik MMV yöntemleri uygulanabilir. Ventilatörler, hastanın spontan solunum düzeyi ayarlanmış olan MMV düzeyi ile karşılaştırılarak istenen V_E ' yi sağlayabilmek için frekans ve V_T ' yi ayarlarlar¹⁸.

MMV ile potansiyel bir sorun olarak ayarlanan V_E ile hızlı, yüzeysel bir solunum olurken ölü boşluk artar. Önlem olarak yüksek frekans ve düşük V_T alarmları uygun olarak ayarlanmalıdır¹⁸.

MMV' nin "weaning" yöntemi olarak kullanımı ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır. Eğer hasta kontrollü moda iken hipokapnik ve alkalozda değilse V_E önceki değerinin %80' nine ayarlamak uygundur. Ancak hasta hipokapnik ve alkalozda ise %75 ya da daha düşük değere ayarlamak yeterli olabilir. SIMV' deki hastalarda zorunlu SIMV değerinin %90' nına ayarlamak gerekecektir^{40,41}.

Adaptif destek ventilasyonu (ASV):

ASV, hasta merkezli kapalı devre mekanik ventilasyon yöntemi olup, monitörize edilen hastanın göstergelerine bağlı olarak ventilatör desteğini azaltır ya da artırır. ASV, solunum işi ve oto-PEEP düzeyini azaltmak için düzenlenmiştir. ASV "weaning" için de çalışılmış olup⁴², "weaning" te geleneksel yöntemler kadar güvenli, etkin olup gelecekte artan bir kullanım alanı bulacaktır⁴³.

"Weaning" protokolleri:

Mekanik ventilasyon uygulanan hastaların günlük izlenimi ile spontan solunum çabalarının değerlendirilmesi mekanik ventilasyon süresini azaltmada önemli bir yaklaşımdır. "Weaning" protokolleri hemşireler, fizyoterapistler ve hekimler için faydalıdır. Ancak günlük vizitlerin yoğun bakım doktoru tarafından yapıldığı kapalı yoğun bakım ünitelerinde protokole dayalı "weaning" uygulamasına gerek yoktur⁶.

Bu konuda yapılmış olan kontrollü randomize altı çalışmada protokole dayalı "weaning" uygulaması olağan yaklaşım ile karşılaştırılmıştır. Namen ve ark⁴⁴, Randolph ve ark⁴⁵, Krishnan ve ark⁴⁶'nın çalışmalarında protokolü uygulamanın herhangi bir üstünlüğü gösterilmezken, Ely ve ark⁴⁷, Kollef ve ark⁴⁸ ve Marelich ve ark⁴⁸'nin çalışmalarında protokole dayalı "weaning" uygulaması daha üstün bulunmuştur.Klinik yaklaşım ve değerlendirmenin daha önemli olduğu unutulmamalıdır.

ÖZET

Spontan solunum denemeleri ile hastaların spontan solunabilme yeteneğinin bir an önce saptanması, ekstübasyon süresini uzatacağından "weaning" güçlüğünde SIMV yönteminin kullanılmaması gerekmektedir.

Mekanik ventilatörden ayırmada tarif edilen çeşitli yöntemler birbirleriyle karşılaştırıldığında PSV ile T-tüp denemeleri arasında belirgin fark bulunmazken, SIMV ile "weaning" uygulamasının daha uzun sürebileceği anlaşılmaktadır.

Ventilatörden ayırmada uygun zaman ve uygun yöntemin seçiminde klinik gözlem ve deneyimler önemli olduğundan "weaning" işlemi bilimsel verilerle desteklenen bir sanat olarak algılanmalı ve uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Tobin M (1994). Mechanical ventilation. N Engl J Med 330:1056-1061.
2. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ (1994). Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals. Chest 106:1188-1193.
3. Slutsky AS (1993). Mechanical ventilation (the American College of Chest Physicians Consensus Conference). Chest 104:1833.
4. Mac Intyre NR, Leatherman NE (1990). Ventilatory muscle load and the frequency-tidal volume pattern during inspiratory pressure-assisted (pressure-supported) ventilation. Am Rev Respir Dis 141:327.
5. Afessa B, Hogans L, Murphy R (1999). Predicting 3 day and 7 day outcomes of "weaning" from mechanical ventilation. Chest 116:456-461.
6. Dellinger RP (2006). Weaning from mechanical ventilation. In Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine. Ed by Vincent JL.Springer Verlag, Heidelberg. 477-485.



7. Tobin M, Jubran A (2006) Weaning from mechanical ventilation. In Principles & practice of Mechanical Ventilation. Ed. By Tobin MJ. McGraw Hill, second edition, USA. 1185-1220.
8. Epstein SK (1995). Etiology of extubation failure and predictive value of the rapid shallow breathing index. *Am J Respir Crit Care Med* 152:545-549.
9. Pierson DJ (1995). Weaning from mechanical ventilation: why all the confusion? *Respir Care* 40:228
10. Sharar SR (1995). Weaning and extubation are not the same thing. *Respir Care* 40:239.
11. Sahn S, Lakshminarayan S (1973). Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 63:1002-1005.
12. Hess DR (2002). Mechanical ventilation strategies: what's new and what's worth keeping? *Respir Care* 47:1007-1017.
13. Marini JJ (1995) Weaning techniques and protocols. *Respir Care* 40:233.
14. MacIntyre NR (1986). Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* 89:677.
15. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al (1995). A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation (the Spanish Lung Failure Collaborative Group). *N Engl J Med* 332:345-350.
16. Brochard L, Kauss A, Salvador B, et al (1994). Comparison of three methods of gradual withdrawing from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care* 150:896-903.
17. Leith DE, Bradley M (1976). Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 41:508-516.
18. Pilbeam SP. Discontinuation of and weaning from mechanical ventilation (2006). In *Mechanical ventilation* Ed by Pilbeam SP, Cairo JM. Mosby Elsevier, 4th Edition, USA. 443-471.
19. Mehta S, Nelson DL, Klinger JR, Buczek GB, Levy MM (2000). Prediction of post-extubation work of breathing. *Crit Care Med* 28:1341-1346.
20. Krieger BP, Ershowsky PF, Beckcr DA, Gazeroglu HB (1989) Evaluation of conventional criteria for predicting successful weaning from mechanical ventilatory support in elderly patients. *Crit Care Med* 17:858-861.
21. Piehard C, Kyle U, Chevrolet JC, et al (1996). Lack of effects of recombinant growth hormone on muscle function in patients requiring prolonged mechanical ventilation: a prospective, randomized, controlled study. *Crit Care Med* 24:403-413.
22. Venus B, Smith RA, Mathru M (1987). National survey of methods and criteria used for weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 15:530-533.
23. Laghi F, D'Alfonso N, Tobin MJ (1995). Pattern of recovery from diaphragmatic fatigue over 24 hours. *J Appl Physiol* 79:539-546.
24. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, et al (1999). Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 159:512-518.
25. Esteban A, Alia I, Gordo F, et al (1997) 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* 156:459-465.
26. Peren A, Domcnighetti G, Mauri S, Genini F, Vizzardi N (2002). Protocol-directed weaning from mechanical ventilation: clinical outcome in patients randomized for a 30-min or 120-min trial with pressure support ventilation. *Intensive Care Med* 28:1058-1063.
27. Koh Y, Hong SB, Lim CM, et al (2000). Effect of an additional 1-hour T-piece trial on weaning outcome at minimal pressure support. *J Crit Care* 15:41-45.
28. Matic I, Majeric-Kogler V (2004). Comparison of pressure support and T tube weaning from mechanical ventilation: Randomized prospective study. *Croatian Med J* 45: 162-166.
29. Vitacea M, Vianello A, Colombo D, et al (2001). Comparison of two methods for weaning patients with chronic obstructive pulmonary disease requiring mechanical ventilation for more than 15 days. *Am J Respir Care* 164:225-230.
30. Ezingard E, Diconne E, Guyomarc'h S, et al (2006). Weaning from mechanical ventilation with pressure support in patients failing a T-tube trial of spontaneous breathing. *Intensive Care Med* 32:165-169.
31. Tahvanainen J, Salmenpera M, Nikki P (1983). Extubation criteria after weaning from intermittent mandatory ventilatory and continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 11:702-707.
32. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB (1997). Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 112:186-192.
33. Shapiro M, Wilson RK, Casar G, et al (1986). Work of breathing through different-sized endotracheal tubes. *Crit Care Med* 14:1028
34. Kuhlen R, Rossaint R (2002). The role of spontaneous breathing during mechanical ventilation. *Respir Care* 47:296.
35. Branson R (2004). Understanding and implementing advances in ventilator capabilities. *Curr Opin Crit Care* 10:23.
36. Mols G, Rohr E, Benzing A, et al (2000). Breathing pattern associated with respiratory comfort during automatic tube compensation and pressure support ventilation in normal subjects. *Acta Anaestbiol Scand* 44:223.
37. Cohen JD, Shapiro M, Grozovski E, et al (2006). Extubation outcome following a spontaneous breathing trial with automatic tube compensation versus continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 34:682-686.
38. Branson RD, Johannigman JA, Campbell RS, et al (2002). Closed-loop mechanical ventilation. *Respir Care* 47:427
39. Davis S, Potgieter PD, Linton DM (2004). Mandatory minute volume weaning in patients with pulmonary pathology ventilation. *Anaesth Intensive Care* 17:170.
40. Hewlett AM, Platt AS, Terry VG (1977). Mandatory minute volume: a new concept in weaning from mechanical ventilation. *Anaesthesia* 32:163-169.
41. Quan SF, Parides GC, Knoper SR (1990). Mandatory minute ventilation (MMV): an overview. *Respir Care* 35:898
42. Linton DM, Potgieter PD, Davis S, et al (1994). Automatic weaning from mechanical ventilation using an adaptive lung ventilation controller. *Chest* 106:1843-1850.
43. Branson RD, Johannigman JA (2004). What is the evidence base for the newer ventilation modes? *Respir Care* 49:742-760.
44. Namen AM, Ely EW, Tatter SB, et al (2001). Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. *Am J Respir Crit Care Med* 163:658-664.
45. Randolph AG, Wypij D, Venkataraman ST, et al (2002). Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children: a randomized controlled trial. *JAMA* 288:2561-2568.
46. Krishnan JA, Moore D, Robeson C, et al (2004). A prospective, controlled trial of a protocol based strategy to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 169:673-678.
47. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, et al (1996). Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 335:1864-1869.
48. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, et al (1997). A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 25:567-574.
49. Marelich GP, Murin S, Battistella F, et al (2000). Protocol weaning of mechanical ventilation in medical and surgical patients by respiratory care practitioners and nurses: effect on weaning time and incidence of ventilator-associated pneumonia. *Chest* 118:459-467.