



## MEKANİK VENTİLYASYONDAN AYIRMA (WEANİNG) REHBERİ

### TANIMLAMALAR

#### “Weaning”

Mekanik ventilasyon desteğinin aşamalı olarak azaltılması ve sonlandırılması

#### Başarılı “weaning” (basit weaning)

48 saatten daha uzun süre ile mekanik destek olmadan etkin spontan solunumun sürdürülmesi

#### Başarısız “weaning”

“Weaning” sürecinin herhangi bir zamanında reentübasyon ve mekanik ventilasyona dönülmesi

#### Zor “weaning”

Üç kez “weaning” başarısızlığı; 48 saat-7 gün arasında mekanik ventilasyon gerekliliği

#### Ventilatör bağımlılığı

Geri dönüşümsüz hastalıklar hariç (yüksek spinal kord hasarı, ilerlemiş amiyotrofik lateral skleroz vb.) “weaning” denemelerinin 3 ay sürmesine rağmen hastanın ventilatörden ayrılamamasıdır.

Mekanik Ventilasyon (MV)’dan erken ayırma hipoksemi ve hiperkapniye yol açan gaz değişiminin bozulmasına; artmış nozokomiyal pnömoni ve mortalite riskini oluşturan reentübasyona neden olur. Gecikmiş ayırma ise MV’ye bağlı komplikasyon riskinde artışa, yoğun bakım ünitesi (YBÜ)’de kalış süresinde uzamaya ve maliyet artışına yol açar. Bu nedenle ne erken/ne geç, uygun zamanda “weaning” yapılabilmesi için;

*mekanik ventilasyon gerektiren akut solunum yetersizliğine yol açan neden/nedenler ortadan kalktığında, weaning için önkoşullara sahip hastaların mekanik ventilatörden ayrılabilirliği klinik ve objektif parametrelerle (weaning başarısını öngördüren kriterler) HER GÜN gözden geçirilmelidir. Uygun olan hastalarda spontan solunum denemesine geçilmelidir.*

“Weaning”in başarısını öngördüren indekslerin bazıları basitçe ventilatör ilişkili parametrelerin, oksijenasyonun, solunum kaslarının rezervinin, solunum işinin, santral solunum güdüsünün (*respiratory drive*) saptanmasında kullanılan indeksler iken, diğer bazıları solunum fonksiyonlarının farklı değişkenlerini içeren ve spontan solunum paternini inceleyen [solunum frekansının ve tidal hacmine oranı ( $f/VT$ ) oranı] gibi birleşik indekslerdir. Genel olarak  $f/VT$  oranı dışında bu indekslerin pozitif ve negatif prediktif değerleri kötüdür.

Ayrıca çeşitli faktörler bu indekslerin performansını etkiler. Örneğin; “weaning”e kalkışmadan önceki ventilatör destek süresi oldukça değişkendir ve ventilatör destek süresi kısa ise bu indeksler daha iyi öngördürücü olma eğilimi gösterirler. Hastanın değerlendirildiği zaman da önemlidir, çünkü “weaning” sonucu bir YBÜ’den diğerine değişen farklı klinik uygulamalardan (sedatif, analjezik ve nöromusküler bloker ajanların kullanılmasını içeren) da etkilenir. Son olarak, yaş ve hastalık sürecini içeren hasta popülasyonlarındaki farklılıklar da “weaning”in

sonucunu önemli derecede etkiler. Üstelik, “weaning” öngördürücüleri olarak kullanılan solunumsal parametreler de altta yatan hastalıklara bağlı olarak önemli derecede değişir.

Mekanik ventilasyon uygulanan hastaların çoğu (%70-80) ventilatör desteğinin hızla kesilmesini ilk spontan solunum denemesinde tolere ederler. Hastanın ventilatörde geçirdiği sürenin yaklaşık % 40’ı ventilatörden ayırma süresinde geçer.

## WEANING İÇİN ÖNKOŞULLAR

Hastanın akut solunum yetersizliğine yol açan patofizyolojik neden ortadan kalktığında ya da gerilediğinde, “weaning” için hastanın öncelikle **Tablo 1**’de gösterilen önkoşullara sahip olması gerekir.

**Tablo 1.** Weaning’e başlamadan önce hastada bulunması gereken ön koşullar

|   |
|---|
| Solunum yetersizliğine yol açan olay gerilemiş veya düzelmiş olmalı   |
| Yeterli gaz değişimi olmalı, yani arteriyel kan gazında hiperkarbi ve hipoksemi olmamalı  |
| Enfeksiyon, ateş, sepsis gibi durumlar olmamalı   |
| “respiratory drive” mekanizması normal olmalı   |
| Solunum pompasının kapasitesi yeterli olmalı  |
| Yeterli Hb düzeyi olmalı  |
| Kardiovasküler stabilite sağlanmış olmalı<br>(minimal inotrop veya vazopressör ajan kullanımı kabul edilebilir düzeyde olmalı: (örn.<5µg/kg/dak dopamin)) |
| Elektrolit dengesi ve metabolik denge normal olmalı   |
| Yeterli uyku sağlanmalı   |
| Hasta psikolojik olarak weaning’e hazır olmalı  |
| 24-48 saat içinde genel anestezi altında cerrahi girişim beklentisi olmamalı  |

Mekanik ventilasyona son verilmesi ile hasta solunum işini ventilatörden devir alarak kendi üstlenir. Hastanın spontan solunum denemesine alınmasından önce yeterli gaz değişimini yapabilmesi gerekir (**Tablo 2**).

**Tablo 2.** Oksijenasyonun Yeterliliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Parametreler

|   |
|---|
| $PaO_2 \geq 60$ mmHg, $SaO_2 \geq 0.90$ ( $FiO_2 \leq 0.5$ , PEEP $\leq 5$ cmH <sub>2</sub> O iken) |
| $PaO_2 / FiO_2 \geq 200$  |
| $PaO_2 / PAO_2 \geq 0.35$   |
| $(A-a) O_2 \leq 350$ mmHg ( $FiO_2 = 1.0$ )   |
| $Q_s / Q_t < \%20$  |

## WEANING BAŞARISINI ÖNGÖRDÜREN KRİTERLER

Hasta yukarıdaki ön koşullara sahipse “weaning” kriterleri adı verilen objektif parametreler değerlendirilerek hastanın ventilatör desteğinden ayrılma ve spontan solunum denemesinde başarılı olma olasılığı tahmin edilmeye çalışılır.

“Weaning” kriterleri, gaz değişiminin yeterliliği, solunumun santral olarak sürdürülme mekanizması (*central drive*), solunum kaslarının yükleri ve solunum kaslarının kuvveti ile dayanma gücünü bir, ya da birden fazla boyutu ile değerlendiren kriterlerdir. Bu kriterlerden tidal volüm (VT), vital kapasite (VC), solunum frekansı (F), dakika ventilasyonu (VE), maksimum istemli ventilasyon (MVV), maksimal inspirasyon gücü (PImax) ve hava yolu tıkanma basıncı (Po.1) gibi bazıları tek değişkenli “weaning” kriterleri iken CROP indeksi, hızlı yüzeyel solunum indeksi (F/VT), solunum işi (WOB), “weaning” indeksi (WI), basınç-zaman indeksi (PTI) ve gerilim zaman indeksi (TTI) gibi diğer bazıları çok değişkenli kriterlerdir. Çok değişkenli kriterler solunum sisteminin pompa veya gaz değişimi fonksiyonunun birden fazla boyutunu içlerine aldıklarından bu kriterlere bütünlüycü indeksler adı da verilmektedir. Bütünlüycü indeksler, tek değişkenli kriterlerin weaning sonucunu önceden tahmin ettirmedeki zayıf prediktif güçlerini kuvvetlendirmek üzere geliştirilmiştir (**Tablo 3**).

**Tablo 3.** Weaning’de başarılı olunabileceğini gösteren kriterler

| <b>Tek Değişkenli Kriterler</b>  |
|--|
| Soluk hacmi (VT) > 5 ml/kg<br>Vital kapasite (VC) > 10 ml/kg<br>Solunum frekansı < 35/dak<br>Dakika ventilasyonu (VE) < 10-15 L/dak<br>Maksimum istemli ventilasyon (MVV) = 2XVE<br>Maksimal inspirasyon basıncı (PImax) < -25 cm H <sub>2</sub> O<br>Po.1 ≤ 4.2 cmH <sub>2</sub> O            |
| <b>Çok değişkenli kriterler</b>  |
| Hızlı-yüzeyel solunum indeksi (F/VT) < 105 soluk/dak/L<br>Po.1 X (F/VT) ≤ 450 cmH <sub>2</sub> O/soluk/L<br>VD/VT < %60<br>CROP > 13<br>Solunum işi (WOB) > 5J/dak<br>Basınç-zaman indeksi (PTI) < 0.15<br>Gerilim zaman indeksi (TTI) < 0.15<br>Basitleştirilmiş Weaning İndeksi (SWI) < 9/dk |
| <b>Klinik değerlendirme</b>  |
| Dispne, irregüler veya hızlı yüzeyel solunum olmaması<br>Yardımcı solunum kaslarının kullanılmaması<br>Abdominal paradoksun olmaması<br>Ajitasyon, anksiyete, taşikardi veya hipertansiyon olmaması  |

## **Soluk Hacmi (VT) - Solunum Frekansı (F) - Vital Kapasite (VC) - Dakika Ventilasyonu (VE) - Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV)**

Dakikada 35'in altında solunum sayısı, 30 cmH<sub>2</sub>O'dan daha büyük negatif inspirasyon gücü (maksimal inspirasyon basıncı), 5 mL/kg'dan büyük VT, 10 L/dak'dan küçük dakika ventilasyonu ve maksimal istemli ventilasyonu dakika ventilasyonunun iki katına çıkarabilme, hastanın ventilatörden ayrılabilmesini gösteren başlıca tek değişkenli yatak başı kriterlerdir. Ayırmada kullanılan yatak başı kriterleri kolaylıkla saptanabilir, ancak zayıf prediktif değere sahiptir.

Başarılı weaning için hastanın spontan solunum hızının dakikada 30-35'in altında, PaCO<sub>2</sub>'nin 50 mmHg'dan küçük (35-45 mmHg) ve pH'sının da kompanseasyon sınırları içinde (7.35-7.45) olması istenir. Ancak, KOAH'lı hastalarda daha yüksek PaCO<sub>2</sub> ve daha düşük pH kabul edilebilir ve bunlar yorumlanırken hastanın MV'ye başlanmasından önceki iyilik dönemindeki değerler göz önüne alınır.

Solunum sayısının yüksek olması solunum işinin artmasına yol açar ve hastada yorgunluk gelişir. Mekanik ventilasyonun sonlandırılmasını takiben spontan solunum hızının artması weaning başarısızlığına eşlik eder.

## **Maksimum İspirasyon Basıncı (veya Negatif İspirasyon Gücü) (P<sub>Imax</sub>)**

P<sub>Imax</sub>, hastanın rezidüel hacime kadar ekspirasyon yapmasından sonra, tıkalı hava yoluna karşı 20 sn'de yapabildiği maksimum inspirasyon gayreti sırasında bir basınç manometresi ile ölçülen basınçtır. P<sub>Imax</sub> geleneksel olarak weaning başarısının saptanmasında standart ölçüm olarak yıllardan beri kullanılmaktadır. Genel olarak -30 cmH<sub>2</sub>O'dan daha negatif bir P<sub>Imax</sub> değerinin weaning başarısını, -20 cmH<sub>2</sub>O ve daha az negatif bir değer ise başarısızlığı gösterdiği kabul edilir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, MV yapılan hastalarda ölçülen P<sub>Imax</sub>'ın gerçek değerinin çok daha altında ölçüldüğünü ve weaning başarısı veya başarısızlığını ayırt ettirici gücünün de düşük olduğunu göstermiştir. Yalnızca VC, P<sub>Imax</sub> ve VE'ye dayalı ölçümlerin kısa süreli MV yapılan hastalarda ve kas gücünün tahmininde faydalı olmalarına karşın, uzamış MV hastaları, KOAH'lı hastalar ve yaşlılarda prediktif değerlerinin düşük olduğu, bazı hastalarda ekstübasyonda gecikmeye yol açtıkları, diğer bazı hastalarda ise "weaning'den" kısa süre sonra hastanın yeniden entübasyonuna neden oldukları saptanmıştır. Ayrıca maksimum istemli ventilasyon ve maksimal inspirasyon basıncı ölçümleri hastanın kooperasyon ve eforunu gerektiren ve bu nedenle de tekrarlanması güç ölçümlerdir.

## **Hava Yolu Tıkanma Basıncı (P<sub>o.1</sub>)**

Nöromüsküler fonksiyonun değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerden biri de hava yolu tıkanma basıncı veya P<sub>o.1</sub>'dir. Hava yolu tıkanma basıncı, inspirasyonun başlangıcında geçici olarak ve gizlice hava yolunun tıkanması ile ölçülür ve hasta tıkanmaya reaksiyon vermeden önce, inspiriyumun başlangıcından 0.1sn sonra hava yolunda meydana gelen basınç değişikliğinin ölçülmesi ile elde edilir. Entübe hastalarda P<sub>o.1</sub>, bir hava yolu basınç transducer'i ile ölçülürse de bazı modern ventilatörler P<sub>o.1</sub>'i ölçme kapasitesine sahiptir.

Çeşitli çalışmalarda,  $P_{o.1} \leq 4.2 \text{ cmH}_2\text{O}$ 'nın weaning başarısını gösterirken, daha yüksek basınçların ise başarısızlığı gösterdiği saptanmıştır. KOAH'lı hastalarda ise eşik değerin  $6.0 \text{ cmH}_2\text{O}$  olduğu saptanmıştır.

$P_{o.1}$ 'in weaning sonucunun tahmin edilmesindeki duyarlılığını artırmak için  $P_{o.1}$  ile  $F/VT$ 'nin çarpımı araştırılmıştır. " **$P_{o.1} \times F/VT \leq 450 \text{ cmH}_2\text{O/soluk/L'nin}$** " weaning başarısını gösterdiği ve bu çarpımın çarpımı oluşturan parametrelerin her birinden daha yüksek pozitif ve negatif prediktif değerinin olduğu saptanmıştır.

### Ölü Boşluk/Soluk Hacmi (VD/VT) oranı

VD/VT oranı, boşa giden soluk miktarını, bir başka deyişle de perfüzyon ile karşılaşmayan soluk miktarını gösterir. Ölü boşluk miktarı arttıkça, dakika hacmi gereksinimi de artar. VD/VT şu formül ile hesaplanır:

$$VD/VT = (PaCO_2 - P\bar{E}CO_2) / PaCO_2$$

Formüldeki  $P\bar{E}CO_2$ , ekshalasyon havasındaki  $CO_2$  miktarını gösterir

VD/VT bu formül ile hesaplanabilirse de modern ventilatörlerin bazıları VD/VT'yi ölçmeye yarayan düzeneğe sahiptir. Weaning başarısı için VD/VT'nin % 60 veya daha düşük olması gerekir.

### Hızlı Yüzeysel Solunum İndeksi (Rapid Shallow Breathing Index (RSBI) - (F/VT))

1991'de Yang ve Tobin tarafından tanımlanan **Hızlı Yüzeysel Solunum İndeksi weaning başarısını öngördürücü değeri en yüksek olan indekstir.** Kısa sürede yapılır ve hastanın eforunu gerektirmeden tekrarlanabilir. Bir dakikalık bir testtir. Spontan solunumda T parçasında ya da  $5 \text{ cmH}_2\text{O}$  CPAP altında ölçülmesi önerilir (PEEP: 0 / PSV:  $5 \text{ cmH}_2\text{O}$ ). Bir dakika sonunda VE solunum sayısına bölünerek ortalama VT bulunur. Solunum sayısı (F) ortalama VT'ye bölünerek bulunur. Yang ve Tobin'in orijinal çalışmasında "weaning'in" başarılı ya da başarısız olacağını öngördüren eşik değerin  $<105 \text{ soluk/dk/L}$  olduğu saptanmıştır. Spontan solunumu tolere edemeyen hastalarda genellikle hızlı yüzeysel solunum vardır. RSBI'nin  $> 105 \text{ L}$  olması mekanik ventilasyonu sonlandırma çabalarının % 95'inin başarısız olacağını,  $105 \text{ L}$ 'den küçük olması ise weaning denemelerinin % 80'inin başarılı olacağını gösterir. Bu nedenle hatırdan kalmayı kolaylaştırmak için **ortalama 100 eşik değeri, spontan solunum denemesinde hastanın başarılı ya da başarısız olacağını gösteren eşik değer olarak kabul edilir.**

Bazı çalışmalarda özel hasta gruplarında eşik değerin farklı olduğu saptanmıştır. Kadınlarda, küçük endotrakal tüpten soluyanlarda ve yaşlılarda  $F/VT$  oranı eşik değeri daha yüksektir. KOAH'lı hastalarda  $F/VT$  oranının eşik değerinin Yang ve Tobin tarafından bildirilen eşik değerden daha düşük olduğu gösterilmiştir. Ayrıca yalancı pozitifliği önlemek için test sedatif ve opioidlerin etkileri tamamen ortadan kalktıktan sonra uygulanmalıdır.

## Komplians - Solunum Sayısı, Oksijenasyon ve Basınç (CROP) İndeksi

Dinamik komplians, dakikadaki solunum hızı, PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub>, PImax'ı içeren beş parametreden oluşan CROP indeksi, pulmoner gaz değişimini ve solunum gereksinimi ile solunumsal nöromusküler rezerv arasındaki dengeyi değerlendirir. Weaning başarısını tahmin ettirmede 0.87 duyarlılığa sahip bir indekstir. CROP'un formülü şu şekildedir:

$$\text{CROP} = C_{\text{DYN}} \times P_{\text{Imax}} \times (\text{PaO}_2/\text{PAO}_2) / F$$
$$\text{PAO}_2 = (\text{PB}-47) \times \text{FiO}_2 - \text{PaCO}_2/0.85$$

Formülde PB atmosferik basınçtır

CROP indeksinin 13mL/soluk/dak veya daha yüksek olması; 0.80 duyarlılık, 0.57 özgüllük ile başarılı weaning'i gösterir. CROP "weaning" sonucunun tahmin edilmesinde güvenilir bir indeks olmasına karşın 5 değişkenin ölçülmesi ve daha sonra indeksin hesaplanmasını gerektirdiğinden biraz oyalayıcıdır. Üstelik F/VT gibi CROP'a alternatif olabilen ve hastanın eforuna bağımlı olmayan çok daha basit alternatifleri mevcuttur.

## Solunum İşi (WOB), Gerilim Zaman İndeksi (TTI), Basınç Zaman Ürünü (PTP), Basınç Zaman İndeksi (PTI), İş Dönemi (Ti/Ttot)

Solunum işi (WOB), gerilim zaman indeksi(TTI), basınç zaman ürünü (PTP), basınç zaman indeksi ve weaning indeksi (WI) gibi indeksler çok daha komplike indeksler olup solunum sisteminin yüke karşı oluşturduğu iş, diafragma veya inspirasyon kaslarının dayanma gücü, solunum kaslarının kontraksiyonlarının kuvveti ve süresi ile solunum kaslarının yorgunluğunun saptanması amacı ile geliştirilmiştir. Bu ölçümlerin yapılması ve hastanın kas yüklerinin saptanması için bir ösofageal balon yerleştirilmesini gerektirir. Ölçümler rutin kullanım için zahmetli ve karmaşıktır.

## Basitleştirilmiş "Weaning" İndeksi: (Simplified weaning index (SWI))

Gaz değişiminin etkinliğini gösterir. 9/dak.'dan küçük SWI, %93 olasılıkla weaning başarısı ve 11/dak.'dan büyük SWI %95 olasılıkla weaning başarısızlığını gösterir.

$$\text{SWI} = \text{Fm} \cdot (\text{PIP}-\text{PEEP})/\text{PI.max} \cdot \text{PaCO}_2 \text{ m}/40$$

Bu formülde Fm, MV sırasındaki mekanik solunum frekansını; PIP tepe basıncını, PI.max maksimal inspirasyon basıncını ve PaCO<sub>2</sub>m tam ventilatör desteği sırasındaki PaCO<sub>2</sub>'yi gösterir.

## SPONTAN SOLUNUM DENEMELERİ (SSD)

Yukarıda anlatılan önkoşulları sağlamış ve weaning kriterleri ile ayrılabilirliği öngörülen hastalarda spontan solunum denemelerine geçilir.

**Amaç;** solunum işinin ventilatörden hastaya kaydırılmasıdır.

Hastaya yapılacak işlem anlatılmalı, teşvik edilmeli ve cesaretlendirilmelidir. Hasta yatakta yarı oturur duruma getirilmeli ve ekstübasyon olasılığı yüksek olanlarda gastrik beslenmeye ara verilmelidir. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın ayırma işlemleri sabah saatlerinde yapılmalı ve hastanın yorulmasına izin verilmemeli, gerekirse hasta gece dinlendirilmelidir.

Aşağıdaki yöntemlerden biriyle/kombinasyonu ile weaning sağlanır:

### T-tüp denemeleri

- Spontan solunumu olan hasta MV den ayrılır; horizontal T şeklindeki devre ile oksijenden zengin (hastanın inspiratuar akım hızından daha yüksek akımda) ve nemlendirilmiş havayı solur, 30-120 dk uygulanır. İntolerans bulgusu yok ise ekstübe edilir. Kısa süreli mekanik ventilasyon desteğinden sonra genellikle ilk denemede başarı sağlanır. Uzamış mekanik ventilasyondan sonra sıklıkla ilk denemede başarılı olunamayabilir. İntolerans var ise hasta yeniden mekanik desteğe alınır ve en az 24 saat sonra SSD tekrarlanır. Ya da hasta gün içinde 3-4 kez 5-60 dk sürelerle SSD'ye bırakılır; gece dinlenmesi sağlanır. Gün içindeki ayırma süreleri arttırılarak weaning sağlanır (aralıklı T-tüp denemesi). Pratikte en fazla kullanılan yöntem ise hastayı yorulmadığı ve tolere ettiği sürece T-parçasında tutmaktır.

### Basınç destekli ventilasyondan weaning (PSV)

- 20-25 solunum sayısı; 6-8 ml/kg Vt oluşturacak basınç düzeyi ile başlanır. Basınç desteği kan gazları analizi ve klinik değerlendirme temelinde periyodik olarak (saat- gün; ideal olan günde en az 2 kez) her basamakta 2-4 cm H<sub>2</sub>O olacak şekilde 5-8 cm H<sub>2</sub>O düzeyine kadar tedrici olarak azaltılır. Bu düzeyde hasta 2 saat süreyle hedef solunum paterni ve gaz değişimini sağladığında mekanik ventilasyon sonlandırılır. Uzamış MV'den sonra, kas yorgunluğu bulunan hastalarda her basamakta daha uzun süre beklemek gerekebilir.
- Bazen 5-8 cmH<sub>2</sub>O'luk basınç desteğinde hastanın inspiratuar akım gereksinimi ventilatörün akım kapasitesini geçtikçe inspiratuar kas yorgunluğu gelişebilir. Bu durum takipneye yol açar ve takipne solunum yetmezliğinin bulgusu olarak yorumlanabilir. Böyle bir durumda yanlış yorum basınç desteğinin artırılmasına yol açabilir. Bu durumda yapılması gereken, hastanın basınç desteğinin artırılması yerine ekstübe edilmesidir.

### Aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV)'dan weaning

- Zorunlu soluk sayısı arteriyel kan gazları analizi ve klinik değerlendirme temelinde kademeli olarak azaltılır. Genellikle her basamakta 2 soluk/dk azaltılarak devam edilir. SIMV frekansı sıfıra düşürüldüğünde hasta ya T-parçasına bağlanır veya ventilatörde sıfır SIMV frekansında bir süre daha tutulur ve daha sonra ekstübe edilir. Bazı hastalar

SIMV ile birkaç saatte ventilatörden ayrılırken bazılarında birkaç gün sürebilir. Klinik çalışmaların içinde en kötü weaning sonuçlarına sahiptir. T tüp ve basınç desteğinden ayırmaya göre weaning süresi daha uzundur.

Sık kullanılan bu 3 yöntemin avantaj ve dezavantajları Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.** “weaning” yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları

| Yöntem       | Avantaj   | Dezavantaj   |
|--------------|---|--|
| <b>T-Tüp</b> | Hastanın spontan solunum yeterliliği test edilir<br>Çalışma ve istirahat periyotlarına izin verir<br>SIMV'den daha hızlı weaning                    | Solunum iş yükünün aniden hastaya yüklenmesi<br>Endotrakeal tüp direnci<br>Alarm sistemleri devre dışı<br>Dikkatli gözlem gerektirir |
| <b>PSV</b>   | Senkronizasyon<br>Artmış hasta konforu<br>Solunum iş yükünün hastaya yavaş yüklenmesi<br>SIMV'den daha hızlı weaning<br>Kas yorgunluğunun önlenmesi | Dakika ventilasyonunda büyük değişiklikler   |
| <b>SIMV</b>  | Minimum dakika ventilasyonu garanti edilir<br>Alarm sistemlerinin kullanımına izin verir<br>PSV/CPAP ile birlikte uygulanabilir                     | Desenkronizasyon<br>Weaning süreci uzun<br>Kas yorgunluğunu arttırabilir   |

## KAPALI DÖNGÜ MODLARI

Mandatory Minute Volume, Adaptive Pressure Ventilation, AutoMode, Adaptive Support Ventilation, Intellivent, SmartCare/PS, Neurally Adjusted Ventilation Assist, Proportional Assist Ventilation, Automatic Tube Compensation gibi kapalı döngü kontrol modlarının belirli hasta gruplarında kullanışlı ve “weaningi” kolaylaştırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Oto modların başarı/başarısızlığı çalışan sayısı, protokol kullanımı ve hastanın durumu ile ilişkili bulunmuştur. Bu modlarla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Mekanik ventilasyon yapılan hastaların hepsi ilk denemede MV'den başarılı bir şekilde ayrılamaz. Weaning süresi hastadan hastaya değişir. Genel olarak hasta ne kadar uzun süre MV'de kalmışsa weaning süresi de o kadar uzun olur. Aşağıdaki klinik durumlar geliştiğinde hasta yeniden mekanik desteğe alınmalıdır.

## SSD'de BAŞARISIZLIK KRİTERLERİ

- Takipne (5 dakikadan daha uzun süre ile solunum sayısı >35)
- Hipoksemi
- Hiperkarbi
- Taşikardi, bradikardi
- Aritmi
- Hipertansiyon, hipotansiyon
- Ajitasyon, depresyon, anksiyete
- Terleme



- Solunum çabasında artış: hızlı yüzeysel solunum, aksesuar kas kullanımı
- Abdominal paradoksal solunum, göğüs-abdomen asenkronisi

Ayırmada başarısızlıkla karşılaşıldığında, hastanın ayırma kriterlerine sahip olup olmadığı yeniden araştırılmalı ve hasta bu parametrelere sahipse solunum sistemi ile ilişkisiz diğer bazı faktörlerin de hastanın ventilatörden ayrılmasında güçlüğü yol açabileceği hatırlanmalıdır. Altta yatan hastalığın iyileşmesinden 24-48 saat sonra ventilatörden ayrılamayan hastalarda, ayırmada güçlüğü yol açan aşağıdaki faktörler araştırılmalı ve düzeltilme yoluna gidilmelidir.

### SSD'DE BAŞARISIZLIK NEDENLERİ

- Tükenmişlik
- Oto-PEEP
- Artmış solunum işi
- Küçük çaplı endotrakeal tüp
- Metabolik alkaloz
- Yetersiz beslenme
- Hiperkalorik/aşırı karbonhidrat ile beslenme
- Sol kalp yetmezliği
- Elektrolit dengesi bozukluğu (hipofosfatemi, hipokalemi, hipokalsemi, hipo ve hipermagnezemi)
- Enfeksiyon/ateş
- Major organ yetmezliği
- Hipotiroidi
- Kritik hastalık nöropatisi/miyopatisi
- Nöropsikiyatrik bozukluklar
- Deliryum

### BAŞARISIZ OLUNAN HASTALARA YAKLAŞIM

- Solunum iş yükünün azaltılması
- Direncin azaltılması (bronkodilatörler, sekresyonların temizliği, uygun ETT çapı)
- Kompliyansın artırılması (normal sıvı dengesi, oto-PEEP'in aşılması, abdominal distansiyonun giderilmesi)
- Hasta-ventilatör uyumu optimize edilmeli
- Spontan solunumu destekleyen modlar seçilmeli
- Duyarlı ventilatör tetikleme ayarları kullanılmalı
- Akış paterni hasta taleplerine uygun olmalı
- Hava tuzağına neden olmayacak uygun ventilatör döngüsü sağlanmalı
- Komplikasyonlardan kaçınılmalı

### YAPAY HAVA YOLUNUN SONLANDIRILMASI

Başarılı weaning sonrası yapay hava yolu sonlandırılır. Ancak hava yolunu koruyamayacak olan bazı hastalarda spontan solunum yapay hava yolu ile sürdürülmeye devam edilir.

1. SSD'yi 30-120 dk (uzamış mekanik ventilasyondan sonra daha uzun süre beklenmeli) tolere edebilen hastalarda ekstübasyon/dekanülasyon planlanır.
2. Hastaya planlama anlatılır
3. Endotrakeal tüp ve oro-farinks (kaf üstü) aspire edilir

4. Solunum yolu açıklığı test edilir: Entübasyon tüpünün pilot balonu indirilir. Böylece balon etrafından hava akımı olduğu ve obstrüksiyon olmadığından emin olunur.

**Kalitatif:** İşitilebilir hava kaçağı ile

**Kantitatif:** Kaf kaçağı testinde\* hava kaçağı > 110 ml

Cuff-leak Test (Kaf Kaçağı Testi): İspiratuar ve ekspiratuar volümler arasındaki farkın <20ml olduğu teyit edilir. Kaf indirilir. Takip eden 6 ekspiratuar volüm kayıt edilir. En düşük 3 volümün ortalaması alınır. Kaf kaçağının 110 ml ve üzerinde olması ekstübasyon sonrası üst solunum yolu ödemi ve stridor gibi problemler ile karşılaşılacağını gösterir.

5. Havayolunu koruyucu parametreleri test edilir:
- Etkin öksürbilmeli (tepe akım hızı > 160 L/dak)
  - Sekresyon volümü az, akışkanlığı fazla olmalı
  - Aspirasyon sıklığı > 2 saat olmalı
  - Mental durumu yeterli olmalı
6. Re-entübasyon için hazırlık yapılır
7. Endotrakeal tüp ve oro-farinks (kaf üstü) aspire edilir
8. Tüp çıkarıldığında öksürmesi, sekresyonu yutmaması istenir
9. Ekstübasyon sonrası 2-4 saat oral alım kısıtlanır.
10. Larenks ödemi belirtileri (yutkunmada güçlük, boğazda yumruk hissi, solunum güçlüğü) açısından gözlenir
11. Vital bulguları monitörize edilir
12. Soğuk buhar inhalasyonu ve pulmoner fizyoterapi sekresyonların atılmasını kolaylaştır
13. Ekstübasyon başarısızlığında reentübasyon ya da Non-İnvaziv Ventilasyon (NIV) düşünülür.

## WEANİNG'DE NIV

- Ekstübasyon zorluğunda rutin olarak kullanılması önerilmez
- Seçilmiş hastalarda (KOAHA gibi hiperkapnik hasta grubunda) ve planlanmamış ekstübasyonda kullanımı önerilir
- Psikolojik bağımlılığı olan hastalarda anksiyeteyi gidermekte işe yarayabilir
- Dar endotrakeal tüpün yaptığı ek solunum iş yükünü azaltır
- Solunum kas zayıflığı, artmış sekresyonu olan hastada uygun değildir
- NIV faydası az/yok ise reentübasyon geciktirilmemelidir

## Kaynaklar

1. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr, Epstein SK, Fink JB, Heffner J E, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, and the American College of Critical Care Medicine. Chest 2001;120(Suppl):375S-395S. Also in: Respir Care 2002; 47(1):69-90.
2. Tulunay M. Yoğun bakım. İliçin G, Ünal S, Biberoglu K, Akalın S, Süleymanlar G (eds): Temel İç Hastalıkları. Güneş Kitapevi, Ankara 1996:605-81.
3. Neil R Mac Intyre. Evidence-Based Assessments in the Ventilator Discontinuation Process. RespirCare 2012; 57(10): 1611-1618.
4. Mohamad F El-Khatiband, Pierre Bou-Khalil. Clinical review: Liberation from mechanical ventilation Critical Care 2008, 12:221. Available online <http://ccforum.com/content/12/4/221>
5. Alexander C White. Long-Term Mechanical Ventilation: Management Strategies Respir Care 2012;57(6):889-897
6. MarcinKarcz, Alisa Vitkus, Peter J. Papadakos, David Schwaiberger, and Burkhard Lachmann. State-of-the-Art Mechanical Ventilation. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, Vol 26, No 3 (June), 2012: pp 486-506
7. Carl F Haasand Paul S Loik. Ventilator Discontinuation Protocols RespirCare 2012; 57(10): 1649-1662.
8. Inmaculada Alíaand, AndrésEsteban. Weaning from mechanical ventilation. CritCare 2000, 4:72-80.
9. J. Sellares, M. Ferrer, A. Torres. Predictors of weaning after acute respiratory failure. Minerva Anesthesiol 2012; 78: 1046-53.
10. Richard D Branson. Modes to Facilitate Ventilator Weaning. RespirCare 2012; 57(10):1635-1648.
11. Leo M Heunksand Johannes G van der Hoeven. Clinical review: The ABC of weaning failure -a structured approach. Critical Care 2010, 14:245.
12. Tobin MJ. Mechanical ventilation. N Engl J Med 1994; 330: 1056-7.
13. Yang K, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. N Engl J Med 1991; 324: 1445-50.

**NOT:** Bu rehberler güncel literatür bilgileri ışığında eğitim amacı ile hazırlanmıştır. Ancak tıbbi bilgiler sürekli olarak değişmekte ve yenilenmektedir. Bu nedenle standart güvenlik uygulamaları dikkate alınmalı, yeni araştırmalar ve klinik deneyimler ışığında tedaviler ve ilaç uygulamalarında değişikliklerin gerekli olacağı unutulmamalıdır. Özellikle ilaçlar, dozları, uygulama yolları ve kontrendikasyonlarının her hasta açısından ayrı ayrı kontrol edilmesi önerilir. Her hasta için en uygun tedavi ya da yöntemin ne olduğu ve bu tedaviler ya da yöntemlerin hangisine öncelik verileceği uygulamayı yapan hekimin sorumluluğundadır. Bu kılavuzu hazırlayanlar Dr.Melek Tolunay, Dr.Işıl Özkoçak Turan, Dr.Alpaslan Apan, Dr.Zehra Nur Baykara, Dr.Ünase Büyükköçak, Dr.Melek Çivi, Dr.Rıza Hakan Erbay, Dr.Gönül Tezcan Keleş, Dr.Kamil Toker ve Dr.Süheyla Ünver (Yönerge/klavuz hazırlama çalışma grubu) ve sunan Türk Yoğun Bakım Derneği bu yayından dolayı oluşabilecek hasta veya ekipmanlara ait herhangi bir zarar veya hasardan sorumlu değildir.