

4. Hasta Ventilatör Asenkronisi, Olası Nedenleri ve Yönetimi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Oğuzhan KÜÇÜK¹, Dr. Öğr. Üyesi Kadir ÇOBAN²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Trabzon

ÖZET

İnvaziv mekanik ventilasyon, yoğun bakım ünitelerindeki kritik hastalarda solunum desteği için sık uygulanan bir tedavidir. Olumlu sonuçlar elde etmek için hasta ve ventilatör etkileşimi yeterli olmalıdır. Ancak birçok klinik durum bu ilkeye karşı gelebilir ve bu iki yapı arasında bir uyumsuzluk yaratabilir. Bu asenkroniler hastanın morbidite ve mortalitesi üzerine olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenle bu oluşumları mümkün olan en kısa sürede tanımak ve tedavi etmek önem taşımaktadır. Farklı asenkronilerin veya asenkronilerin erken tespiti ve tanınması, mekanik ventilasyona bağlı geçen sürenin, hastanede kalış süresinin ve yoğun bakım yatış süresinin azaltılmasını destekleyebilir ve de klinik sonuçları iyileştirebilir.

GİRİŞ

Mekanik ventilasyon (MV), yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) en çok kullanılan yaşam destek cihazlarından biridir (1,2). Ana hedefleri, hastanın klinik durumu düzeline veya düzelme sürecine girene kadar yeterli gaz değişimini sürdürmek, solunum işini azaltmak veya solunum kaslarını dinlendirmektir. MV'nin uygulanması bir ilacın uygulanmasına benzer: etkileşim çok daha karmaşıktır ve bazıları hastayla ilgili (efor, solunum ihtiyacı, solunum zamanlaması) ve diğerleri ventilatöre bağlı (tetik, akış, hacimler) olmak üzere birden fazla değişkene bağlıdır. Bu değişkenler arasındaki optimum denge, yeterli bir "hasta-ventilatör" senkronizasyonuna izin verir (3). Hastanın talebi ile ventilatörün sunumu (herhangi bir aşamasında) arasındaki uyumsuzluk "asenkroni" olarak tanımlanır.

Ventilatör dalga formları, hasta-ventilatör fizyolojisi ve etkileşimi hakkında sürekli bir bilgi akışı sağlar. Asenkronilerin daha kötü sonlanıma sebep olduğu göz önüne alındığında (3) bunların tespiti ve tedavisi çok değerlidir. Örneğin, inefektif çabaların ve çift tetik varlığının yüksek mortalite, daha uzun MV ve daha uzun YBÜ kalışı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (4). Gelişen teknoloji ve hassas sensörler nedeniyle yeni asenkroni tipleri tespit edilmekte ve konu sürekli güncelliğini korumaktadır (5).

Kısa Tanımlar

Tetik: Bu parametre inspirasyon ve ventilasyon yardımının başlangıcını ifade eder. Hasta tarafından inspirasyon çabasıyla üretilir ve MV'de senkronizasyon oluşturur. Aksi takdirde, tetik aktivasyonundaki değişiklikler MV-hasta etkileşiminde bir senkronizasyon bozukluğuna neden olacaktır (6-8).

Nöral inspiratuar zaman: Diyafragmatik elektriksel aktivasyonun (EAdi) gerçekleştiği zamanı ifade eder, özellikle EAdi'nin başlangıcı ile inspiratuar EAdi'nin zirvesi arasındaki zaman farkıdır. Basitçe, hastanın solunum talebine ve solunum dürtüsüne göre inspiratuar fazın gerekli zamanını ifade eder (9-12).

Mekanik veya ventilatör inspirasyon süresi: Bu terim, MV ve/veya tidal hacim (TV) üzerinden programlanmış inspiratuar fazın zaman aralığını ifade eder. Ekspirasyon süresi, solunum hızı (RR) ve inspirasyon/ekspirasyon oranına göre belirlenir (9-12).

Döngü "Cycling": İspiratuar fazın sonunu ve pasif ekspiratuar fazın başlangıcını ifade eder (6,13).

Solunum dürtüsü "Drive": Belirli bir inspiratuar akış oluşturmak için inspiratuar kasların aktivasyonu ve kasılmasıyla sonuçlanan, solunum merkezindeki aktivite yoğunluğunu ifade eden fizyolojik bir parametredir. Kritik hastalarda bu dürtüyü belirleyen kortikal, kimyasal ve metabolik geri bildirim gibi faktörler mevcuttur (14-17).

Solunum basıncı "Gücü": MV'deki hareket denkleminin bir parçasıdır:

$$P_{mus} + P_{vent} = E \times V + R \times F$$

Burada P_{mus} kas basıncı/yükünü, P_{vent} solunum basıncı/yükünü, E elastansı, V hacmi; R direnci ve F akışı ifade eder. Mekanik ventilatör tarafından yapılan işi, yani solunum sisteminde direnç ve elastansa karşı belirli bir hacim ve akış oluşturmak için üretilen basıncı ifade eder (18).

Kas basıncı "Pmus": P_{vent} gibi, aynı amaçla hareket denkleminin bir parçasıdır, ancak mekanik ventilatörün çalışmasıyla değil, inspiratuar kaslarla temsil edilir (18).

Asenkroni indeksi "AI": Varon ve arkadaşları (19) asenkroni indeksini (AI) tetiklenemeyen monitörize nefeslerin yüzdesi olarak tanımlarken, Thille ve arkadaşları (20) bu oranı asenkroni sayılarının toplam solunum sayısını (RR) ifade eden ventilatör döngülerinin (aktif veya pasif) ve İneffektif/yetersiz tetikleme (IT) sayısının toplamına bölümü olarak hesaplamıştır. Bu denklem aşağıdaki gibi olacaktır.

$$AI = \frac{\text{Asenkroni olaylarının sayısı/toplam RR (ventilasyon döngüleri + kayıp çabalar)}}{\text{toplam RR}} \times 100$$

Yüksek asenkroni insidansını %10'dan fazla AI olarak belirlemişlerdir. Her dört hastadan birinde yüksek asenkroni insidansı görülmüştür, en yaygın olanları İneffektif/yetersiz tetikleme ve çift tetikle-

medir (DT). Bu hastalar daha uzun ventilasyon süreleri ve daha yüksek trakeostomi insidansı ile ilişkilendirilmiştir (20-22).

SINIFLAMA

Asenkronilerin farklı sınıflandırmaları bildirilmiştir. Genel yaklaşım (4,23,24) bunları ventilatuar döngü fazına göre sınıflandırmakta veya kümelere ayırmaktadır (Şekil 1).

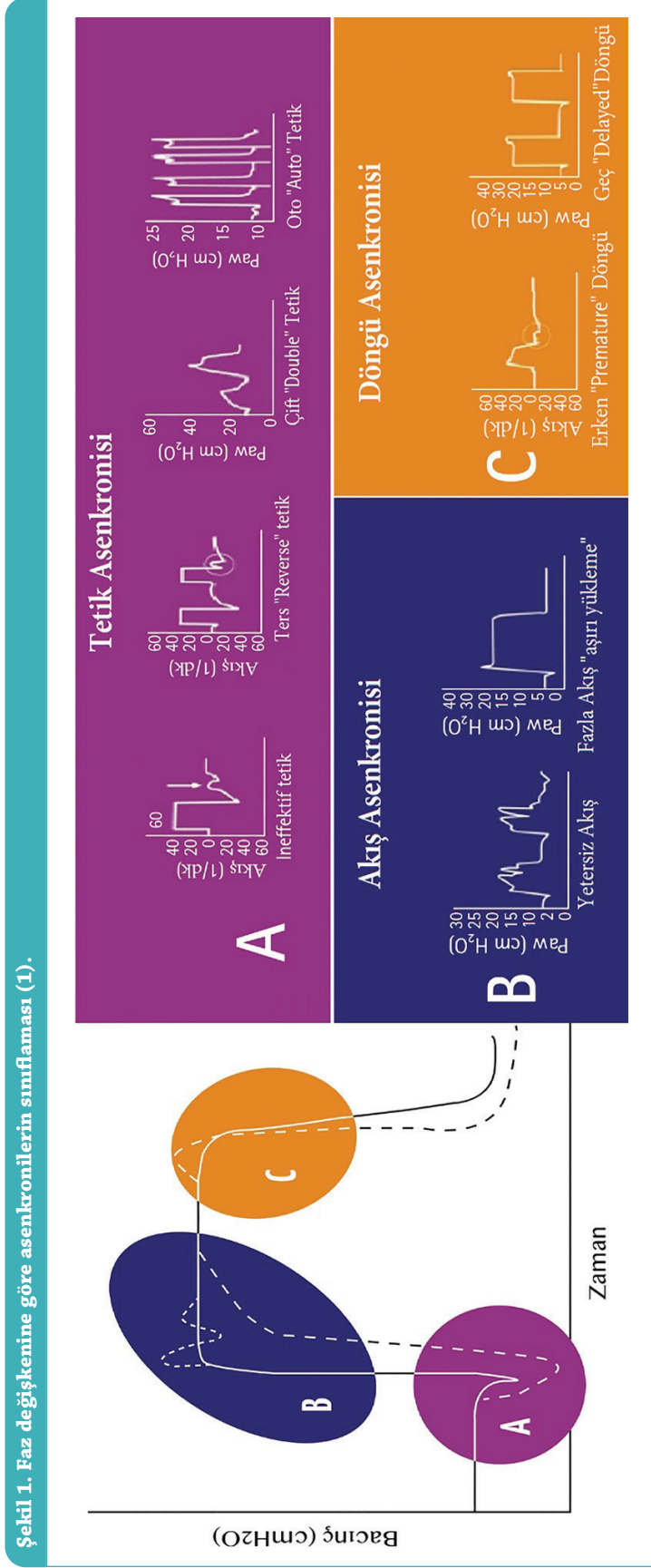
Tetik Asenkronileri

Ters "Reverse" tetik: Akoumianaki ve arkadaşları (25) tarafından tanımlanan ters tetikleme (RT), MV ile diyafragma aktivasyonu arasındaki anormal ilişkiyi ifade eder; burada dış uyaran olan ventilatör bir yanıt, yani diyafragma kasılmasına neden olur. Yeterli ekspirasyon süresi olmayan iki sürekli solunum olarak gösterilebilir, ilki MV tarafından zorunlu kılınırken ikincisi diyaframın refleks kasılmasıdır. Bu olayın ana teorisi, MV tarafından uygulanan akış ve basıncın üst hava yolları, akciğerler ve göğüsteki gerilme reseptörlerini aktive ettiği'dir. Sonuç olarak, solunum merkezi dış uyaranın (ventilatör) fazı ve frekansı ile çakışarak tekrarlayan bir solunum paterni oluşturur (26). Genel olarak, düşük akış hızları ve yüksek hacimlerle uzun süreli mekanik akciğer insüflasyonu sırasında ortaya çıkma olasılığı daha yüksektir. Bu durumun MV'nin ilk 72 saatinde akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) olan hastaların %50'sinde görüldüğü bildirilmiştir (27). Klinik etkisi, mekanik döngü ile kas eforu arasındaki uyumsuzluk derecesine bağlı olacaktır. RT sırasında hastanın inspiratuar çabası zorunlu döngüden sonra başlar ve genellikle bunun ötesinde devam eder.

RT'nin iki temel özelliği vardır. Stabil, tekrarlayan bir paternde meydana gelir ve refleksle tetiklenen ventilasyonlar zamanlama, süre ve inspiratuar çabanın büyüklüğü açısından minimum düzeyde farklılık gösterir. Bu oluşumu tespit etmek ve ayırt etmek için, dış uyaranı bastırmak ve diyafram aktivasyonunu önlemek için uzun süreli bir ekspiratuar duraklama önerilmiştir (28). Bunu bir çift "double" tetikten (DT) ayırt etmek için, basıncı eğrisinde negatif sapmanın DT'nin varlığı anlamına gelebileceği, ancak RT'de olmadığı aklı getirilmelidir (29,30).

Bu asenkronizasyonu düzeltmek için, paternin ksilmesi ve değiştirilmesi tamamen gereklidir. Tedavi olarak sedasyon seviyelerinin artırılması önerilmektedir. Ventilasyon yığılması ventilatör duyarlılığının azaltılması ile önenebilir, ancak bu eylem TV ve RR değiştirilmedikçe kas eforunu ortadan

Şekil 1. Faz değişkenine göre asenkronilerin sınıflaması (1).



kaldırılmaz (31). TV'nin modifikasyonu, akış hızı (RF) ve noromusküler blokör (NMB) kullanımı gibi stratejiler RT'nin yönetimi için tanımlanmıştır, ancak bunlar yalnızca geçici bir çözüm sağlamıştır. He ve arkadaşları (31), diğer varyantları değiştirmeden RR'nin azaltılmasının RT yüzdesini %30 oranında azalttığını göstermiştir. Rodriguez ve arkadaşları (27)'de ARDS'li hastalarda RT'yi çözmek için RF'nin azaltılmasının yararlı olduğunu tespit etmiştir. TV'yi artırmaya veya RF'yi azaltmaya yönelik bu stratejiler göz önüne alındığında, koruyucu ventilasyon hedeflerinin ve CO₂'nin izlenmesi önemlidir.

Oto "Auto" tetik: Otomatik tetikleme, İneffektif/yetersiz tetiklemenin tersi olarak tanımlanabilir. Bu durumda MV, yanlışlıkla hava yolu akışında veya basıncında bir değişiklik olduğunu fark ederek inspiratuar bir efor olmaksızın bir ventilasyon döngüsünü tetikler. Bu asenkroniden kontrollü modlarda MV'de programlanandan daha yüksek bir toplam frekansın veya destekli modlarda hasta çabası olmadan daha yüksek bir frekansın görüntülenmesi ile şüphelenilmelidir. Bu asenkroni MV ile veya hastayla ilgili kaynaklanabilir. İlk terimin nedenleri arasında hava kaçakları, düşük hassasiyet ayarlamaları ve devre yoğunlaşması sayılabilir. Hastayla ilgili nedenler arasında yoğun kardiyak aktiviteden kaynaklanan intratorasik basınç değişimlerinin iletimi yer alır (33). Akış eğrisinde, özellikle ekspiratuar fazda, sabit ve ritmik salınımlar veya türbülans gözlemlenebilir, bu da bizi kardiyak aktivite veya devre kondensasyonu iletiminden şüphelendirmelidir. Bu asenkroniyi doğrulamak için bir seçenek, tetik hassasiyetini artırmak ve ventilasyon döngülerinde efor veya tetikleme olmamasına ikincil olarak RR'de azalma gözlemlemektir. Bunu göz önünde bulundurarak tetik hassasiyetini artırmak, hava kaçaklarını düzeltmek ve mevcut devre yoğunlaşmasını gidermek önemlidir (34).

Ineffektif tetik: Bu asenkroni, mekanik ventilatör tarafından algılanamayan ve bu nedenle bir ventilasyon döngüsü başlatamayan ve hastanın ventilasyon talebinde başarısızlığa neden olan inspiratuar çabalar olarak tanımlanır. Bu asenkroni sadece spontan eforu olan hastalarda bulunur, bu nedenle derin sedasyonlu hastalarda veya NMB olanlarda tespit edilemez (35).

Ineffektif tetikleme akış eğrisinde, ekspirasyonun ortasında veya sonunda inspiratuar akışta bir artış ile tanımlanır. Eş zamanlı olarak, basınç eğrisinde bir basınç düşüşü görüntülenir. Çoğu zaman ekspirasyon sırasında tespit edilir, ancak inspirasyon sırasında da meydana gelebilir (36). Bu durum, tetikleme

hassasiyetinin çok yüksek ayarlanması veya uzun inspirasyon süresinin bir ürünü olabilir. Diğer nedenler arasında solunum kas zayıflığı, azalmış solunum dürtüsü, yetersiz programlanmış pozitif ekspirasyon sonu basıncı (PEEP) ve dinamik hiperinflasyon (oto-PEEP) yer alır. Tüm bu nedenler her hastanın bireysel özellikleriyle ilişkilidir.

Birincil çözüm olarak MV'nin tetik hassasiyeti azaltılmalıdır. Bu eylem hastanın ventilatör döngüsünü daha kolay başlatmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca, farklı ventilasyon modlarında inspirasyon süresini azaltmak ve sedatif ilaçların veya solunum dürtüsünü deprese eden ilaçların infüzyonunu optimize etmek gerekir. Basınç desteği (PS) seviyelerini azaltarak dinamik hiperinflasyonu azaltmak ve PEEP'i doğru şekilde titre etmek (oto-PEEP'i telafi etmek için) de bu sorunu olan hastalarda çözüm seçenekleridir (34).

Geç tetikleme: Aktivasyon fazı (veya tetik) hastanın eforu başlattığı andan inspiratuar valfin açılmasına ve akış beslemesinin başlamasına kadar devam eder. Modern MV'lerde, tetikleme hassasiyeti doğru şekilde ayarlandığı sürece yanıt süresi < 100 ms'dir (37). Tetikleme gecikmesi, hastanın eforunun başlangıcı ile MV'nin söz konusu eforu algılaması için geçen süre arasında bir tutarsızlığın varlığı olarak tanımlanır (38). Bu durum çoğunlukla uygun olmayan hassasiyet ayarında (genellikle hassasiyet çok "yüksek-sıfırdan uzak" olduğunda görülür ve MV'nin tetiklenmesini zorlaştırır), akış/basınç sensörünün konumu ve ısı ve nem değiştiricisinin ürettiği yüksek dirençler gibi ventilatörün kendisiyle ilgili nedenlerle ortaya çıkar. Ventilatör valfleri veya endotrakeal tüple ilgili sorunlar da bu asenkroninin ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilecek faktörlerdir.

Çift "Double" tetikleme "Soluk yığılması": DT bir akış asenkronisi veya yetersiz yardım olarak sınıflandırılır, ancak aynı zamanda bir tetikleme değişikliği olarak da sınıflandırılır. DT, her ikisi de hasta tarafından başlatılan (RT'nin aksine), aralarında yetersiz ekspiratuar süre bulunan ve inspiratuar sürenin ortalamasının %50'sinden daha azı olarak hesaplanan iki sürekli ventilasyon çabasından oluşur. Grafikselsel olarak, basınç eğrisinde iki yığılmış ve sürekli nefes görüntülenir ve buna "soluk yığılması" denir (3).

Mortalite üzerindeki klinik etkisi nedeniyle (21), "majör" bir asenkroni olarak kabul edilebilir, bu nedenle efektif yaklaşım önemlidir. Düşük TV uygulanması bu asenkroninin ortaya çıkmasına zemin hazırlar. Sabit akışlı hacim kontrollü sürekli zorunlu

ventilasyonda yığılmış solukların hacminin ayarlanan TV'nin iki katına çıkabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (38). Genellikle ARDS'de koruyucu ventilasyonda, yetersiz veya düşük inspiratuar akış ve yüksek solunum dürtüsü olan hastalarda görülür. Hacim kontrollü modda daha sık görüldüğünü belirtmek gerekir (18,23,34).

DT'nin giderilmesi, optimize edilmiş sedasyon ve analjezi seviyeleri ile sağlanır; hasta koruyucu ventilasyon gerektiriyorsa bu seviyeler artırılabilir. NMB kullanımı da düşünülebilir. Klinik durumları nedeniyle derin sedasyon gerektirmeyen hastalarda ventilatör spontan modu önerilmektedir. Dikkate alınması gereken diğer seçenekler şunlar olabilir: TV'nin, ventilatör desteğinin, inspiratuar akışın veya sürenin artırılması veya yükselme süresinin azaltılması. Bu müdahaleler ventilatör ihtiyacını veya "hava açlığı" optimize etmeye yöneliktir (13,22).

Akış Asenkronileri

Yetersiz akış asenkronisi "Hava Açlığı": Bu asenkroni, gaz akışının yetersiz uygulanmasına dayanır ve sonuç olarak hastanın ventilasyon talebini karşılamak mümkün değildir. Sonuç olarak, inspiratuar kasların aktivasyonuna ve daha fazla enerji harcamasına neden olur. Hacim kontrollü modlarda, mevcut inspiratuar akış sağlandıktan sonra inspiratuar faz sırasında (tepe basıncına ulaşılan kadar) basınç eğrisinde bir konkavite olarak görüntülenebilir. Bu fenomen, hastanın hava talebi ile inspiratuar çabasını (Pmus) gösterir, bu da ventilasyon basıncını (Pvent) düşürür ve kendi ventilasyon talebini karşılama girişimiyle bir "iş kaymasına" neden olur.

Bu konkavite, inspiratuar çabayla doğru orantılı büyüklükte olacaktır ve ikinci bir solunumu, yani çift tetikleme tetikleme kadar sapma ve basınç düşüşü oluşturabilir. Bu nedenle "hava açlığı" asenkronisi olarak adlandırılır (6,18). Bu asenkroninin nedenleri düşük inspiratuar akış veya hatta ARDS için koruyucu ventilasyonda olduğu gibi düşük TV'dir. Diğer nedenler ajitasyon, ağrı ve/veya ateş gibi yüksek solunum dürtüsü oluşturan durumlarla ilgili olabilir.

Çözüm yaklaşımı, anksiyete durumlarını ve yeterli analjeziyi kontrol ederek, hacim kontrollü modda inspiratuar akış ve TV'yi artırarak veya basınç kontrollü modlarda "yükselme süresini" azaltarak gerçekleştirilebilir. Hasta spontan ventilasyon kriterlerine sahipse, basınç destekli ventilasyona (PSV) geçmek ve erken ekstübasyon da bir çözüm olabilir, aksi takdirde ARDS için koruyucu ventilasyon sırasında inspirasyon çabasını önlemek için sedasyonu ayarlamak

uygun olacaktır (18). Bu durum, yarattığı rahatsızlık, aşırı inspiratuar çaba, yüksek trans pulmoner basınç değişimleri ve potansiyel akciğer hasarı nedeniyle ciddi asenkroni olarak kabul edilebilir.

Fazla akış "Aşırı yükleme": Yetersiz akış asenkronisine kıyasla nadir görülen bir asenkronidir, çünkü yüksek akıştan ziyade düşük akış programlama olasılığı daha yüksektir. Esas olarak, inspiratuar akışın hastanın talebinden fazla veya yüksek olduğu ve aşırı kompensasyona neden olduğu hacim kontrollü modda gözlenir. Ayrıca, aşırı basınçlandırma oluşturan inspiratuar basınç (iP) veya PS'nin yüksek programlanması nedeniyle basınç kontrollü modlarda da ortaya çıkabilir. Başka bir seçenek de daha kısa bir yükselme süresi olabilir.

Döngü Asenkronileri

Döngü veya ekspiratuar asenkroni, nöral inspiratuar zaman (NIT) ile mekanik inspiratuar zaman (MIT) arasındaki ilişki olarak tanımlanabilir. NIT, hasta tarafından başlatılacak ve sonlandırılacak bir nefes olarak tanımlanır ve solunum dürtüsüyle doğrudan ilişkilidir. Öte yandan, MIT'de solunum döngüsü MV tarafından programlanmış parametrelere göre başlatılır ve sonlandırılır, bu da hasta asiste veya spontan solunum göstermeye başladığında (örneğin; sedasyon kesintisi) döngü üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olacaktır.

Bu sınıflandırma içerisinde erken döngü ve geç döngü bulunabilir. Erken döngü NIT ile ilişkili olarak kısa MIT'nin ayarlanmasından kaynaklanır. Bu durum MV'nin inspiratuar fazı hastadan önce bitirmesini sağlar ve NIT yoğunluğuna veya süresine bağlı olarak pik ekspiratuar akışın kesintiye uğramasına ve yeni bir solunum döngüsünün başlamasına neden olabilir. Bu asenkroni DT'nin varlığına neden olabilir ve "volutravma" nedeniyle akciğer hasarı oluşturabilir. Geç döngüde MIT, NIT'den daha uzundur, bu nedenle MV, hasta inspirasyon fazını çoktan sonlandırmışken solunum sistemine akış sağlamaya devam edecektir (40). Sonuç olarak, solunum döngüsünün sonunda, hava yolu basıncında bir artış ve bazı durumlarda pik ekspiratuar akışta bir artış gözlemlenebilir. Bu durumun devam etmesi "barotravma" nedeniyle bir akciğer hasarını tetikleyebilir.

Mekanik solunum desteğinin nedeninin ortadan kalktığı ve solunum ve hemodinamik açıdan stabil olan hastalarda, asenkroninin ortaya çıkmasını önlemek için spontan ventilasyon modalitesinin kullanılması önerilmektedir. Öte yandan, nöromüsküler bloker (destekli modalite) gerektirmeden orta veya bilinçli

Tablo 1. Asenkroni sorunlarını azaltma ve hasta-mekanik ventilatör etkileşimini iyileştirme stratejileri.

Asenkroni	Tip ve Tanım	Asenkroni Sebebi	Çözüm Önerileri
Ters Tetik	Tip: Döngü / Tetik asenkronisi Tanım: diyafragmatik kas kasılmasını tetikleyen ventilatör insüflasyonu	1. Aşırı destek 2. Derin sedasyon	Destegi azaltın, sedatifleri azaltın, gerekirse NMB
Geç Tetik	Tip: Tetik asenkronisi Tanım: hasta eforunun başlangıcı ile ventilatör tarafından sağlanan akışın başlangıcı arasında > 100 ms'lik bir zaman gecikmesi	1. Düşük tetikleme hassasiyeti 2. Düşük solunum gücü 3. İntrinsik PEEP gibi bir eşik yükünün varlığı 4. Kısmen tkalı ETT veya HME varlığı	Tetik hassasiyetini ayarlayın, intrinsik PEEP'e karşı PEEP'i artırın, HME veya ETT'yi değiştirin, NIV arayüzünü değiştirin
İnefektif/yetersiz tetikleme	Tip: Tetik asenkronisi Tanım: Mekanik ventilatörün, inspiratuar efora rağmen hastanın nöral eforunu algılayamaması	1. Düşük tetikleme hassasiyeti 2. Ağır sedasyon, aşırı solunum desteği veya diyafram disfonksiyonuna bağlı olarak zayıf solunum dürtüsü veya zayıf efor 3. İntrinsik PEEP gibi yüksek eşik yükünün varlığı 4. Özellikle PSV modunda veya obstrüktif durumda veya bunları kompanse edemeyen bir ventilatörde kasıtlı kaçak varlığında NIV sırasında gecikmiş döngü	Tetik hassasiyetini ayarlayın, sedasyonu azaltın veya solunum dürtüsü üzerinde etkisi olmayan ilaçlar kullanın, desteği azaltın, metabolik alkalozu düzeltin, intrinsik PEEP'e karşı PEEP'i artırın, inspirasyon süresini kısalmın, obstrüktif bir durumda (örneğin; KOAH) EET kriterlerini ayarlayın, uygun NIV yazılımını kullanın, sorun devam ederse nöral tetikleyciyi düşünün
Oto Tetik	Tip: Tetik asenkronisi Tanım: zorunlu nefesin ötesinde hastanın inspirasyon çabasıyla tetiklenmeyen mekanik bir nefes (örn. hacim kontrolü veya basınç kontrolü) sürekli mekanik ventilasyon)	1. Yüksek tetikleme hassasiyeti 2. Kaçaklar 3. Devredeki rastgele gürültü (örn. kardiyak osilasyonlar, ventilatör devresinde yoğunlaşmış su, bol miktarda trakeobronşiyal sekresyon)	Tetik hassasiyetini ayarlayın, gürültüyü azaltın, kaçakları gidirin, uygun NIV yazılımını kullanın
Çift Tetik	Tip: Tetik asenkronisi Tanım: Çok kısa bir ekspirasyon süresi ile ayrılabilen veya ayrılamayan 2 zorunlu nefes	1. Yetersiz destek nedeniyle kısa döngü: destekli/kontrollü modda yüksek inspiratuar akış talebi olan hastalarda sabit akış veya daha düşük tidal hacimler 2. Düşük solunum sistemi uyumu ve yüksek solunum dürtüsü olan hastalarda PSV modunda yüksek ekspiratuvar tetikleme eşiği nedeniyle kısa döngü (yani erken döngü)	Zaman döngülü bir solukta inspirasyon süresini artırın, inspirasyon akışını artırın, PSV modunda EET'yi ayarlayın, PSV modunda basınç yükselme süresini optimize edin, ters tetikleme nedenini ortadan kaldırın
Yetersiz Akış "Hava Açığı"	Tip: Akış asenkronisi Tanım: ventilasyon ihtiyacı ve inspiyum gaz akışı arasında asenkronizasyon	1. Asiste volüm kontrol ventilasyonda düşük gaz akışı 2. Basınç kontrol modunda basınç yükselme süresi (rise time) çok düşük	Gaz akışını artırın veya inspiratuvar akışı ayarlayın, uygun bir ilaçla solunum dürtüsünü azaltın, basınç kontrol modunda basınç artışı artırın
Döngü Asenkronileri	Tip: Döngü asenkronisi Tanım: hastanın solunum merkezi nörolojik inspirasyon süresi ventilatörün inspirasyon süresi arasındaki uyumsuzluk	1. Nöral zaman > ventilatör inspirasyon zamanı (yani, erken döngü) 2. Nöral zaman < ventilatör inspirasyon zamanı (yani, geç döngü)	PSV modda inspiratuvar zamanı ve EET'yi ayarlayın, aşırı destek var mı gözden geçirin, kaçakları azaltın, parsiyel yardımcı modları kullanın
ETT: Endotrakeal tüp, HME: Isl'ı nem değiştirici, NIV: Non-invaziv ventilyasyon, EET: End-ekspiratuvar tetik hassasiyeti, PSV: Basınç destek ventilasyon.			

sedasyon (Richmond Ajitasyon-Sedasyon Skalası -2 veya -3) gerektiren hastalarda hem nöral hem de mekanik zamanlar arasında değişkenlik olabilir ve bu da asenkroniye yol açabilir. RR ve inspirasyon süresini dikkate alarak NIT'yi MIT'ye göre önceliklendirmek önemlidir. Aynı şekilde, parametreler ayarlandıktan sonra, düşük veya yüksek TV, CO₂ retansiyonu veya yeni bir asenkroninin ortaya çıkmasından kaçınarak "eşleşmeyi" gözlemlemek gerekmektedir.

Monitörasyon

Görsel takip: Akış/zaman ve basınç/zaman eğrilerinin görsel olarak incelenmesi, asenkronileri tanımlamak için geleneksel olarak kabul edilen ve güvenilir bir yöntemdir, ancak doğru yorumlama için özel beceri ve deneyim gerektirir. Colombo ve arkadaşları (41,42) YBÜ doktorlarının PSV sırasında akış ve basınç dalga formlarını inceleyerek disenkroniyi tespit etme becerisini ve doktor deneyiminin asenkroniyi tanıma becerisi üzerindeki etkisini değerlendirmiş; asenkronileri doğru şekilde tanıma becerisinin genellikle oldukça düşük olduğunu ve klinik deneyimden yalnızca orta derecede etkilendiğini bulmuştur. YBÜ doktorları asenkronilerin üçte birinden daha azını tespit edebilmektedir, ancak bu oran YBÜ asistanlarının gösterdiği %16'lık tespit oranından önemli ölçüde yüksektir.

Ultrasonografi: Diyafram ultrasonu, bazı asenkroni türlerini tespit etmek için makul bir alternatif olabilir. Non-invaziv bir yöntem olma avantajına sahiptir, öğrenme eğrisi hızlı bir şekilde elde edilir ve hasta için zararsızdır. Diyafragma hareketinin hem yer değiştirmesinin hem de kalınlaşma fraksiyonunun doğrudan gözlemlenmesi, hastanın inspiratuar çabasını ve şiddetini tespit etmeyi sağlar. Soilemezi ve ark. (43,44) ultrasonografi yoluyla özofagus basıncıyla birlikte DT, RT ve inefektif tetikleme vakalarını tespit ettikleri bir vaka serisi bildirmişlerdir. Bu basit yaklaşım henüz standartlaştırılmamıştır ve ventilatör eğrilerinin ultrason sinyali ile senkronizasyonunu gerektirmektedir, bu nedenle kullanımı hala araştırma gerektirmektedir.

Özofagus basıncı: Asenkroninin izlenmesi ve tespit edilmesindeki temel zorluklardan biri, solunum kaslarının aktivitesini tahmin edebilmektir; bu her zaman kolay olmayan ve uzmanlar tarafından bile fark edilemeyecek bir iştir. Bu zorluk, basınç değişikliklerini izlemek ve kas eforunun başlangıcını, sonunu ve büyüklüğünü tahmin edebilmek için bir transdüserle bağlı özofagusu bir balon yerleştirilmesi yoluyla bir özofagus sinyalinin (Pes) kullanılması

nedeni ile çıkmaktadır. Pes kaydı, Pes'teki değişikliklerin zamansal oluşumunu Paw'daki değişiklikler ve akış-zaman eğrisindeki dalga formları ile karşılaştırarak asenkroniyi tespit etmeye yardımcı olabilir. Pes kullanımı, Paw eğrileriyle eş zamanlı olarak inspiratuar çabayı tespit etmeye ve hastanın inspiratuar çabasını her mekanik döngü ile eşleştirmek için her iki eğri arasındaki eşzamanlılığı izlemeye olanak tanır (örneğin, bir IE, bir ventilasyon döngüsü tarafından takip edilmeyen Pes'in negatif bir sapsması olarak tanımlanabilir) (1).

Asenkroniler, tanımlama ve çözüm önerileri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Sonuçta MV yoğun bakımların en önemli tedavi ve destek araçlarından biridir. Doğru uygulanması, onu güvenli bir araca dönüştürmek için bir öğrenme eğrisi ve teorik kavramlar gerektirir. Bu anlamda, hasta-ventilatör etkileşimini yönetme işi yoğun bakım uzmanları, solunum terapistleri ve diğer sağlık profesyonelleri için bir zorluk teşkil etmektedir. Hastanın ihtiyaçları ile ventilatörün sunduğu yardım arasında yeterli bir denge sağlanamadığında, asenkroni görülmeye başlar. Bu nedenle, fizyoloji ilkelerinin ve solunum sistemi mekanizmasının anlaşılmasını derinleştirmek, bu dengesizliği yaratan nedenleri anlamak ve tanımlamak, farklı oluşumların doğru bir şekilde yorumlanmasını garanti etmek ve klinik uygulamaları optimize etmek zorunludur.

KAYNAKLAR

1. Saavdera SN, Barisich PVS, Maldonado JBP, et al. Asynchronies during invasive mechanical ventilation: narrative review and update. *Acute and Critical Care* 2022; 37(4): 491-501.
2. Wunsch H, Linde-zwirble WT, et al. The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States. *Crit Care Med* 2010;38:1947-53.
3. Bruni A, Garofalo E, Pelaia C, et al. Patient-ventilator asynchrony in adult critically ill patients. *Minerva Anestesiol* 2019;85:676-88.
4. Magrans R, Ferreira F, Sarlabous L, et al. The effect of clusters of double triggering and ineffective efforts in critically ill patients. *Crit Care Med* 2022;50:e619-29.
5. Jonkman AH, Holleboom MC, de Vries HJ, et al. Expiratory muscle relaxation-induced ventilator triggering: a novel patient-ventilator dyssynchrony. *Chest* 2022;161:e337-41.
6. Oto B, Annesi J, Foley RJ. Patient-ventilator dyssynchrony in the intensive care unit: a practical approach to diagnosis and management. *Anaesth Intensive Care* 2021;49:86-97.
7. Barwing J, Pedroni C, Olgemöller U, et al. Electrical activity of the diaphragm (EAdi) as a monitoring parameter in difficult weaning from respirator: a pilot study. *Crit Care* 2013;17:R182.

8. Hickey SM, Giwa AO. Mechanical ventilation [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [cited 2022 Jan 28]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539742/>.
9. Chen S, Li Y, Zheng Z, Luo Q, Chen R. The analysis of components that lead to increased work of breathing in chronic obstructive pulmonary disease patients. *J Thorac Dis* 2016;8:2212-8.
10. Cabello B, Mancebo J. Work of breathing. *Intensive Care Med* 2006;32:1311-4.
11. French CJ. Work of breathing measurement in the critically ill patient. *Anaesth Intensive Care* 1999;27:561-73.
12. Parthasarathy S, Jubran A, Tobin MJ. Assessment of neural inspiratory time in ventilator-supported patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162(2 Pt 1):546-52.
13. Shah VH, Samanta A, Ray S. Patient-ventilator asynchrony: etiology and solutions. *Indian J Clin Pract* 2021;31:714-24.
14. Spinelli E, Mauri T, Beitler JR, et al. Respiratory drive in the acute respiratory distress syndrome: pathophysiology, monitoring, and therapeutic interventions. *Intensive Care Med* 2020;46:606-18.
15. Vaporidi K, Akoumianaki E, Telias I, et al. Respiratory drive in critically ill patients: pathophysiology and clinical implications. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;201:20-32.
16. Jonkman AH, de Vries HJ, Heunks LM. Physiology of the respiratory drive in ICU patients: implications for diagnosis and treatment. *Crit Care* 2020;24:104.
17. Telias I, Spadaro S. Techniques to monitor respiratory drive and inspiratory effort. *Curr Opin Crit Care* 2020;26:3-10.
18. Pham T, Telias I, Piraino T, et al. Asynchrony consequences and management. *Crit Care Clin* 2018;34:325-41.
19. Varon J, Fromm R, Rodarte J, Reinoso M. Prevalence of patient ventilator asynchrony in critically ill patients. *Chest* 1994;106(2 Suppl):141S-144S.
20. Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, et al. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2006;32:1515-22.
21. Blanch L, Villagra A, Sales B, et al. Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. *Intensive Care Med* 2015;41:633-41.
22. Kyo M, Shimatani T, Hosokawa K, et al. Patient-ventilator asynchrony, impact on clinical outcomes and effectiveness of interventions: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care* 2021;9:50.
23. Mireles-Cabodevila E, Siuba MT, Chatburn RL. A taxonomy for patient-ventilator interactions and a method to read ventilator waveforms. *Respir Care* 2022;67:129-48.
24. Esperanza JA, Sarlabous L, de Haro C, et al. Monitoring asynchrony during invasive mechanical ventilation. *Respir Care* 2020;65:847-69.
25. Akoumianaki E, Maggiore SM, Valenza F, et al. The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;189:520-31.
26. de Vries HJ, Jonkman AH, Tuinman PR, et al. Respiratory entrainment and reverse triggering in a mechanically ventilated patient. *Ann Am Thorac Soc* 2019;16:499-505.
27. Rodriguez PO, Tiribelli N, Fredes S, et al. Prevalence of reverse triggering in early ARDS: results from a multicenter observational study. *Chest* 2021;159:186-95.
28. Dianti J, Bertoni M, Goligher EC. Monitoring patient-ventilator interaction by an end-expiratory occlusion maneuver. *Intensive Care Med* 2020;46:2338-41.
29. Baedorf Kassis E, Su HK, Graham AR, et al. Reverse trigger phenotypes in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2021;203:67-77.
30. Lin Z, Zhou J, Lin X, et al. Reverse trigger in ventilated non-ARDS patients: a phenomenon can not be ignored! *Front Physiol* 2021;12:670172.
31. Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000;342:1301-8.
32. He X, Luo XY, Chen GQ, Zhou JX. Detection of reverse triggering in a 55-year-old man under deep sedation and controlled mechanical ventilation. *J Thorac Dis* 2018;10:E682-5.
33. Imanaka H, Nishimura M, Takeuchi M, et al. Autotriggering caused by cardiogenic oscillation during flow-triggered mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2000;28:402-7.
34. Holanda MA, Vasconcelos RD, Ferreira JC, Pinheiro BV. Patient-ventilator asynchrony. *J Bras Pneumol* 2018;44:321-33.
35. Georgopoulos D, Prinianakis G, Kondili E. Bedside waveforms interpretation as a tool to identify patient-ventilator asynchronies. *Intensive Care Med* 2006;32:34-47.
36. Blanch L, Sales B, Montanya J, Lucangelo U, et al. Validation of the Better Care® system to detect ineffective efforts during expiration in mechanically ventilated patients: a pilot study. *Intensive Care Med* 2012;38:772-80.
37. Sassoon CS. Triggering of the ventilator in patient-ventilator interactions. *Respir Care* 2011;56:39-51.
38. Mirabella L, Cinnella G, Costa R, et al. Patient-ventilator asynchronies: clinical implications and practical solutions. *Respir Care* 2020;65:1751-66.
39. de Haro C, López-Aguilar J, Magrans R, et al. Double cycling during mechanical ventilation: frequency, mechanisms, and physiologic implications. *Crit Care Med* 2018;46:1385-92.
40. Holanda MA, Vasconcelos R, Ferreira JC, Pinheiro BV. Patient-ventilator asynchrony. *J Bras Pneumol* 2018;44:321-33.
41. Colombo D, Cammarota G, Alemani M, Careno L, et al. Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient-ventilator asynchrony. *Crit Care Med* 2011;39:2452-7.
42. Ramirez II, Arellano DH, Adasme RS, et al. Ability of ICU health-care professionals to identify patient-ventilator asynchrony using Waveform analysis. *Respir Care* 2017;62:144-9.
43. Soilemezi E, Vasileiou M, Spyridonidou C, et al. Understanding patient-ventilator asynchrony using diaphragmatic ultrasonography. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;200:e27-8.
44. Mauri T, Yoshida T, Bellani G, et al. Esophageal and transpulmonary pressure in the clinical setting: Meaning, usefulness and perspectives. *Intensive Care Med* 2016;42:1360-73.