

14. Weaning

Prof. Dr. Huriye BERK TAKIR, Uzm. Dr. Ayşegül BERK

SBÜ, Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, İstanbul

ÖZET

Entübasyon ve invaziv mekanik ventilasyon, uygun endikasyonla ve zamanında uygulandığında hayat kurtarıcıdır. Mortalite ve morbiditesi yüksek olan entübasyon ve mekanik ventilasyona bağlı komplikasyonlardan kaçınmak için mümkün olan en kısa sürede sonlandırılmalıdır. Doğru hastanın doğru zamanda ekstübasyonunu öngörecektek bir belirteç veya yöntem yoktur. Bu nedenle weaning bir hekimlik sanatıdır.

GİRİŞ

Weaning, entübe hastada solunum işinin, ventilatörden hastaya, kademeli olarak transfer edilmesi ve mekanik ventilatörden tam ayrılma şeklinde tanımlanır. Ekstübasyon, weaning sürecinin son aşamasıdır. Başarılı weaning için başlıca koşul, uygun hastanın ve doğru zamanın seçilmesidir. Mümkün olan en kısa zamanda ventilatörden ayırma denemelerinin başlatılması ve belirli bir protokolü takip ederek yürütülmesi, ventilatörle ilişkili ciddi komplikasyonları önleyecektir. Erken weaning komplikasyonları; re-entübasyon, uzamış ventilatör ve yoğun bakım kalış süresi, ventilatör ilişkili enfeksiyon riskinde artış, geç weaningde ise, miyopati, post entübasyon stenoz ve ventilatör ilişkili hasar/enfeksiyon, yine yoğun bakımda kalış süresinde artış olarak sıralanabilir. Sonuç olarak, erken ya da geç weaning, benzer şekilde mortalite artışı ile ilişkilidir. Doğru zamanda weaning için hazır bulunuşlukla ilgili, yüzde yüz güvenilir ve doğru, tek bir belirteç yoktur. Ayrıca, weaning yöntemleri, merkezler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. En ideal test ve yöntemi bulmak için,

weaning başarısızlık nedenleri ve baş etme yollarıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bu bölümde weaning ile ilgili son gelişmeler, güncel literatür eşliğinde ele alınacaktır.

Weaning aşamaları:

Weaning esas olarak üç temel aşamadan oluşur;

1. Hazırlık,
2. Mekanik ventilyatörden ayırma çalışmaları, spontan solunum denemeleri,
3. Ekstübasyon.

Weaning, entübasyondan 24 saat sonra, takip eden her günün sabahında, hastanın weaning için hazır olup olmadığını düşünmek ve değerlendirmek ile başlar (1,2).

İlk koşul entübasyona neden olan durumun kontrol altına alınmış olmasıdır. Bu aşamada klinik belirteçler ve klinisyenin kararı ön plandadır. Bu nedenle, weaning için protokol oluşturulması ve uyumun optimizasyonu önerilse de yoğun bakım klinikleri arasında belirgin farklılıklar vardır (3,4). Avrupa, Amerika

ve Hindistan'ın dahil olduğu (1868 hasta, 142 yoğun bakım ünitesi, 19 ülke), çok uluslu prospektif çalışmada, yazılı direktifler, günlük değerlendirme, spontan solunum deneme teknikleri, ventilatör modları, klinisyenin rolünün belirgin olarak farklı olduğu gözlenmiştir (5). İdeal değerlendirme ve ideal yöntemi bulmak için her merkezde takip edilen hasta popülasyonunun özelliklerinin iyi bilinmesi ve multidisipliner değerlendirme weaning başarısını arttıracaktır.

Weaning hazırlık aşamasında, genel kabul görmüş klinik kriterler:

1. Sedasyonun kesilmiş ve spontan solunumu başlatabilmek, hava yolunu koruyabilmek için yeterli bilinç düzeyinin olması
2. Hemodinamik stabilitenin sağlanmış olması (vazopressör ihtiyacının olmaması veya $5 < \mu\text{g/kg/dakika}$, nabız $< 140/\text{dakika}$ olması ve malign aritminin olmaması)
3. Yeterli oksijenasyon ve ventilasyonun ($\text{FiO}_2 \leq \%50$, ve $\text{PEEP} \leq 5-8 \text{ mmHg}$ ile $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$, $\text{P/F} > 200$, $\text{pH} > 7.25$) sağlanmış olmasıdır.

Bu kriterler temel olarak solunumla ilişkili parametreleri içerir. Oysa ki weaning multifaktöriyel ve hastadan hastaya değişebilen bir süreçtir. Bu nedenle sadece solunumsal değerlendirmenin yeterli olmayacağı düşünülmüştür. Baptistella Ar ve arkadaşları extubasyon sonrası gidişi, diğer bir deyişle ekstübasyon başarı veya başarısızlığını doğru tahmin edebilmek için, solunumsal ve solunumsal olmayan parametreleri içeren bir skorlama sistemi geliştirmiştir. Extubation Predictive Score (ExPreS) olarak adlandırdıkları sistemde toplam ≥ 59 puan olduğunda yüksek olasılıkla (%98.7) ekstübasyonun başarılı olacağını doğru tahmin ettiğini bildirmişlerdir (sensitivite 0.889, spesifite 0.752) (Tablo 1-3) (6).

ExPreS skoru, 2024 yılında, WEANSNOW skoru ve HACOR skoru ile karşılaştırılmıştır (7,8). Basitleştirilmiş HACOR skoru, ExPreS skoru ile karşılaştırıldığında weaning sonucunu, bağımsız olarak öngörebildiğini (%70 tanınal doğrulukla) ExPreS skoru ≥ 69 ile weaning başarısını ve HACOR skoru ≥ 5 ile weaning başarısızlığını öngördüğü sonucuna varılmıştır.

Son yıllarda, yapay zekanın her alanda olduğu gibi, weaning sonucunu doğru tahmin etmede kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Yapay zekâ, bir makinenin, algoritmalar veya karmaşık program işlevleri aracılığıyla algılama ve sorunları kendi başına çözme becerisi olarak tanımlanabilir (9). Solunumsal yoğun bakımlardaki entübe hastalarla yapılan çalışmada,

ideal weaning zamanının tayini için yapay zekâ kullanılmıştır. Hasta ile ilgili veriler, hemşirelik kayıtları, ventilatör parametreleri ve weaning başarısını etkileyecek faktörleri içeren çalışmada, yapay zekâ analizleri sonradan klinik uygulamaya entegre edilmiştir. Bu çalışma sonucunda yapay zekanın klinik yararlılığı gösterilmiştir (9). Gelecekteki araştırmacılarda, daha fazla parametrenin eklenmesi ile, yapay zekânın weaning sonucunu tahmin etmedeki başarısının artabileceği bildirilmiştir. Menguy J ve arkadaşlarının çalışmasında, dahili yoğun bakım hasta popülasyonunda, veri toplama sürecinde (datamining), ekstübasyon için bağımsız hemodinamik ve solunumsal belirteçlerin tespit edildikten sonra, yapay zekâ kullanarak, dinamik bir tahmin modeli oluşturmuşlardır. Yapay zekânın, weaning öncesi fizyolojik durumun ve spontan solunum denemesine klinik yanıtın, kalp hızı varyasyonunun weaning sonucunu güvenle öngördüğü sonucuna varmışlardır (10).

Mayıs 2024'de yayınlanan bir sistematik derlemede, iskemik kardiyak enzim ve belirteçler (Troponin-T, Troponin-I, CK-MB, Myoglobin) ile spontan solunum denemesi ve ekstübasyon başarısı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Sadece Troponin-I ve CK-MB ile sınırlı bir ilişki bulunmuştur. Ionescu, F ve arkadaşlarının çalışmasında COVID-19 hastalarında YBÜ yatışı sırasındaki en yüksek troponin-I değeri ile ekstübasyon başarısızlığı ilişkilendirilmiştir (11). Liu J'nin çalışmasında ise spontan solunum denemesinden önce alınan Troponin-I değeri ile SBT başarısızlığını ilişkili bulmuştur (12). Konomi, I, ise spontan solunum denemesinin sonunda ölçülen yüksek CK-MB düzeyleri ile weaning başarısızlığını anlamlı olarak ilişkili bulmuşlardır (13). Ancak bu sonuçların hiçbirini çalışmalardaki heterojenite nedeniyle genellenmemiştir (14).

Son yıllarda, özellikle yoğun bakımlarda kullanımı artan başka bir araç ultrasondur. Yoğun bakımda yatan, özellikle entübe hastalarda, başka bir üniteye transfer gerektirmeden yatak başında yapılabilmesi, radyasyon içermemesi, tekrarlanabilir olması, anında sonuç vermesi gibi pek çok nedenle ultrason, diğer görüntüleme yöntemlerine üstündür. Yoğun bakımda, birbirinden farklı ve çok çeşitli alanlarda ultrason kullanımı giderek artmaktadır. Akciğer ultrason skoru, pulmoner inflamasyon veya kardiyak yetmezlik nedeniyle akciğerde havalanma kaybının derecesini ekstübasyon öncesinde tespit ederek, iki önemli weaning başarısızlığı sebebinin tayinine yardımcı olmaktadır. Uygun tedavinin düzenlenmesi ile takipte weaning için doğru zamanı öngermeye güvenilirdir (15).

Tablo 1. ExPreS (Extubation Predictive Score) (6).

Parametre	Değer	Puan
Spontan solunumda hızlı yüzeysel solunum indeksi (RSBI, solunum/dakika/L)	≤ 42	25
	43-54	20
	55-76	10
	77-90	5
	≥ 91	0
Dinamik akciğer kompliyansı (mL/cmH ₂ O)	≥ 63	15
	51-62	10
	43-50	7
	32-42	3
	< 32	0
Mekanik ventilatör günü	1-3	10
	4-5	7
	6-8	4
	9-10	1
	11	0
Glasgow Koma Skoru	≥ 13.5	10
	11.7-13.4	6
	8.9-11.6	3
	< 8.9	0
Kas gücü (MRC)	49-60	10
	37-48	7
	25-36	4
	13-24	1
	0-12	0
Hematokrit (%)	≥ 37	10
	32-36	7
	26-31	3
	22-25	1
	< 22	0
Kreatinin (mg/dL)	≤ 0.99	10
	1.0-1.2	7
	1.3-1.5	4
	1.6-2.9	1
	≥ 3	0
Nörolojik ek hastalık	Yok	10
	Var	0

Kas güçsüzlüğü ve en önemli inspiriyum kası olan diyafragmanın disfonksiyonu, solunum yetmezliği patofizyolojisinde baş roldedir. Weaning sonucunu tahmin etmede, uzun yıllardır kullanılan RBSI, kasın motor fonksiyonları hakkında sınırlı bilgi verir. Çok yeni bir çalışmada, diyafragma fonksiyonun

değerlendirilmesi ve ekstübasyon başarısını öngörmedeki klinik faydasını incelemek için, yatak başı yapılan ultrason ile, 65 yaş üstü hastalarda, diyafragma ekskürsyonu (DE) ve diyafragma kalınlaşma fraksiyonu (DTF) ile diyafram fonksiyonu değerlendirilmiştir. Ayrıca, akciğer ultrason skoru (LUS) ve

Tablo 2. ExPreS Puanına göre weaning başarısı (6).

ExPreS	Duyarlılık	Özgüllük	Başarı oranı (%)	Başarı olasılığı
ExPreS ≤ 44 Puan	0.960	0.333	57.1	Düşük
ExPreS 45-58 puan	0.950-0.667	0.333-0.772	88.3	Orta
ExPreS ≥ 59 puan	0.889	0.752	98.7	Yüksek

Tablo 3. WEANSNOW komponentleri (7).

Akronim (Komponent)	Tanımlama
W (Weaning profile)	MIP= -30 cmH ₂ O veya daha iyi MEP= +30 cmH ₂ O veya daha iyi Spontan Vt ≥ 5 mL/IBW/kg Spontan VE 10 L/dakika RSBI < 105 soluk/dakika/L
E (Endotracheal tube)	Endotrakeal tüp iç çapı ≥ 7 mm
A (Arterial blood gas data)	PaO ₂ ≥ 60 mmHg, metabolik asidoz yok
N (Nutrition)	Albumin ≥ 3 g/dL, elektrolit dengesizliği yok
S (Secretion)	Saatte ≤ 1 aspirasyon ihtiyacı
N2 (Neuromuscular condition)	Nöromusküler gevşetici ilaç kullanılmıyor
O (Obstruction main airway)	Hava yolu darlığını düşündürecek klinik, fizik muayene, radyolojik bulgu yok, kaf kaçağı ≥ %15.5
W2 (Weakfulness)	Glascow Koma Skoru ≥ 12

MIP: Maximum inspiratory pressure, MEP: Maximum expiratory pressure, IBW: Ideal body weight, Vt: Tidal volüme, VE: Minute ventilation, RSBI: Rapid shallow breathing index.

hızlı yüzeyel solunum indeksi (RSBI) kullanılmıştır. Başarılı weaning için en iyi cut-off değerleri; DTF ≥ 30%, DE ≥ 1.3 cm, LUS ≤ 11 ve RSBI ≤ 102 bulunmuştur. Weaning sonucunu belirlemede, diyafragma kalınlaşma fraksiyonu ölçümünün duyarlılığı (%94) ve özgüllüğü (84%), hızlı yüzeyel solunum indeksinden daha yüksek bulunmuştur. Tüm bu belirteçlerin kombinasyonunda (RSBI, LUS, DE ve DTF) ise özgüllük %89'a ve duyarlılık %96'a ulaşmıştır (AUC= 0.919) (16).

Başarılı ekstübasyon için hava yolunun korunması, sekresyonun yeterli temizliği ve bunu sağlayacak yeterli öksürük gücü gereklidir. Öksürük gücü için maksimum ekspiratuar basınç, öksürük gastrik basıncı, öksürük mesane basıncı ve öksürük tepe akımı gibi parametreler bilinmektedir (17-22).

Spontan solunum denemesi başarılı olsa da öksürük tepe akımının < 160 L/dakika olması, ekstübasyon başarısızlığı için risk faktörüdür. Öksürük gücü esas olarak abdominal kasların kasılması ile ilişkilidir. Bu nedenle öksürük sırasında intrabdominal basıncın ölçülmesi, entübe hastada öksürük gücünün değerlendirilmesinde kullanılabilir (18-20).

İki yüz elli entübe hastada yapılan çalışmada, öksürük sırasında ultrasonografi ile ölçülen PCED (pasif cephalic excurtion of the diaphragm) ile ventilatörde internal flowmetre ile ölçülen tepe öksürük akımı arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır (23).

Weaning sınıflaması, 2007 yılında, ICC (International Consensus Conference)'in önerdiği, basit weaning, zor weaning ve uzamış weaning olmak üzere üç gruba ayrılmıştır (2).

Bu sınıflamada, weaning süresi ve ekstübasyon başarısına kadar yapılan spontan solunum denemesi sayısı esas alınmıştır. Ancak ICC sınıflaması, tüm hastaları kapsamamış ve yeni bir sınıflamaya ihtiyaç duyulmuştur. On yıl sonra 2017 yılında, WIND çalışması gündeme gelmiştir (Tablo 4) (24).

ICC'ye göre weaning başarısı, ekstübasyondan sonraki 48 saat içinde ventilatör desteği gerekmemesi olarak tanımlanmıştır. Başarısız weaning ise;

1. Spontan solunum denemesinde başarısız olmak,
2. Ekstübasyondan sonraki 48 saat içinde reentübasyon ve/veya ventilatör desteğine ihtiyaç duyulması,

Tablo 4. Weaning sınıflaması (25).

Sınıflama	ICC	WIND
Grup 1	Basit weaning İlk spontan sonunum denemesinden sonra başarılı ekstübasyon	Kısa weaning 24 saat içinde mekanik ventilatörden başarılı ayrılma veya ölüm
Grup 2	Zor weaning < 7 gün < 3 Spontan solunum denemesi ile başarılı ekstübasyon	Zor weaning Bir-yedi gün içinde mekanik ventilatörden başarılı ayrılma veya ölüm
Grup 3	Uzamış weaning ≥ 7 gün ≥ 3 spontan solunum denemesi sonrası başarılı ekstübasyon	Uzamış weaning İlk denemeden yedi gün sonra ventilatörden ayrılamamış olmak Alt grup A: Sonunda MV'den ayrılma Alt grup B: MV'den ayrılamama
Grup "no weaning"		MV'den ayrılma girişimi yok

ICC: International Consensus Conference, MV: Mechanical ventilation, WIND: Weaning outcome according to a new definition.

3. Ektübasyondan sonraki 48 saat içinde ölüm olarak tanımlanmıştır.

WIND çalışmasındaki tanımlar aşağıdaki gibidir:

Spontan solunum denemesi (SBT): Basınç desteği (PS), pozitif expiryum sonu basıncı (PEEP) ve/veya devamlı pozitif hava yolu basıncı (CPAP) ile minimal solunum desteği ile veya destek olmaksızın yapılan spontan solunum denemesi.

Ayrırma girişimi (seperation attempt):

Entübe hastalarda; Ekstübasyon olsun veya olmasın spontan solunum denemesi veya planlanmış ya da planlanmamış ekstübasyon

Trakeostomize hastada: 24 saat veya daha uzun süre trakeostomiden, MV olmadan spontan solunum

Başarılı weaning (veya başarılı ayrılma):

Entübe hastada: Ekstübasyondan sonraki yedi gün içinde (postentübasyon noninvazif ventilasyon kullanılsın veya kullanılsın) ölüm veya reentübasyon olmaması

Trakeostomize hastada: Yedi gün boyunca herhangi bir mekanik ventilatör desteği olmadan spontan solunum veya spontan solunumla yoğun bakım taburculuğu (hangisi önce gerçekleşirse).

Weaning başarısızlığının en sık karşılaşılan sebepleri; nöromusküler hastalıklar, serebrovasküler olay ve sekelleri, kontrolsüz diyabet, malnütrisyon, morbid obezite, kalp yetmezliği veya akut solunum yetmez-

liğine neden olan hastalık sekeli olarak sıralanabilir (25). Bunun dışında özellikle de uzun süre entübe takip edilen, mobilize olamayan kritik hastalarda, uzamış derin sedasyon ve kürarizasyon, zorunlu ventilatör modlarının kullanıldığı, spontan solunuma geçilemeyen, ARDS, sepsis, septik şok gibi sistemik ve yoğun inflamasyon ile ilişkili durumlarda miyopati gelişebilir. Yoğun bakımda kazanılmış güçsüzlük; ekstübasyon başarısını ve postekstübasyon akut solunum yetmezliğini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Ekstübasyon başarısını arttırmak için, sedasyon tatilleri, spontan solunum ile diyafragma ve solunum kaslarının çalıştırılması, weaning için gecikmemesi önerilmekte böylece entübe hastalardaki solunum kas gücü kaybını minimize etmek amaçlanmaktadır.

Öksürüğün dört aşaması vardır,

1. Derin inspirasyon,
2. Glottis kapalı iken ekspirasyona zorlanması,
3. Glottisin aniden açılması,
4. İntratorasik hava yollarının kompresyonu.

Öksürük tepe akımının > 360 L/dakika olması 12 yaşından büyük bireyler için normal kabul edilir. Öksürük tepe akımının < 160 L/dakika olması durumunda sekresyon temizliğinin yetersiz olacağı öngörülür (26).

Etkili öksürüğün azaldığı nöromusküler hastalıklarda uzun zamandır kullanılan manuel tekniklerin yanında, pek çok öksürük augmentasyon tekniği vardır.

Bunlardan biri de ilk olarak poliomiyelit tedavisinde Mechanical Insufflation Exsufflation (MI-E) cihazlarıdır. Bu cihazlar, önce + 40 cmH₂O ile pozitif basınçla öksürüğün ilk aşaması olan derin inspiyumu taklit eder. Hemen ardından -40 cmH₂O ile negatif basınç uygulayarak güçlü expiryum fazına yardım eder. Entübe, trakeostomize veya nazal kanül, maske kullanana hastalarda uygulanabilir. Doksanlı yıllardan beri amiyotrofik lateral skleroz (ALS), spinal musküler atrofi (SMA), musküler distrofi gibi nöromusküler hastalıklarda kullanılmaktadır. Entübe hastalarda MI-E kullanımı yeni çalışmalarla gündeme gelmiştir. Wibart P ve arkadaşları, prospektif, randomize kontrollü bir çalışmada, yoğun bakımda kazanılmış güçsüzlüğü olan (MRC < 48/60) 61 entübe hastaya MI-E uygulamışlar ve MI-E yapılmayan kontrol grubu (61 hasta) ile karşılaştırmışlardır. Solunum fizyoterapisine ek olarak MI-E kullanımının, sadece trakeal aspirasyon ihtiyacını azalttığı, ekstübasyon sonrası ilk 48 saatte akut solunum yetmezliği, reentübasyon, yoğun bakımda kalış süresi ve 28 günlük mortalite açısından ek katkı sağlamadığı sonucuna varmışlardır (27). Goncalves MR ve arkadaşlarının çalışmasında 48 saatten uzun süredir, akut solunum yetmezliği nedeniyle entübe olan ve spontan solunum denemesinde başarılı olan hastaları iki gruba ayırarak randomize etmişlerdir.

Grup A standart protokol ile extube edilmiş ve ihtiyaç varsa entübasyon sonrası NIV uygulanmıştır. Grup B'de ise extübasyon sonrasında günde üç kez MI-E uygulanmıştır. Reentübasyon ve ekstübasyon sonrası yoğun bakımda kalış süresini azalttığı, NIV etkinliğini arttırdığı sonucuna varmışlardır (28). Çalışılan hasta popülasyonunun özellikleri, uygulama zamanı, uygulanan basınçlar çalışmalarda farklılıklar göstermektedir. Devam etmekte olan bir randomize kontrollü feasilite çalışmasının sonuçları konuya ışık tutabilir (29). MI-E, Amfizemli hastalarda, pnömotoraks pnömomediasten öyküsü olan hastalarda dikkatli kullanılmalıdır. Ekstübasyon başarısını arttırmak için başvurulan diğer yöntemler, ekstübasyon sonrası profilaktik NIV uygulanmasıdır. Uygun hastalarda yüksek akım oksijen cihazlarının popülaritesi son yıllarda artmıştır. Ekstübasyon başarısızlığı riski yüksek olan hastalarda yüksek akım oksijen kullanımının reentübasyonu önlemede, yatış süresini kısaltmada NIV kadar etkili olduğu bulunmuştur. Hasta konforu açısından da değerli bir yöntem olduğu vurgulanmıştır (30).

Postekstübasyon stridor riski ekstübasyon başarısızlığı, reentübasyon, daha uzun mekanik ventilatör

ve yoğun bakımda kalış süresi ile ilişkilidir. Postekstübasyon stridor, endotrakeal tüp ve kaf basıncının yüksek olması nedeniyle gelişen, mukozal hasar, iskemi ve inflamasyon sonucu gelişir. Yaşlı (> 80 yaş), uzun süre entübe olan, travmatik entübasyon, ajitasyon veya endotrakeal tüpün yeterince sabitlenmemesine bağlı tüpün sürekli hareket ettiği durumlarda ekstübasyon sonrası stridor gelişme riski daha yüksektir. Özellikle risk grubunda kaf kaçak (cuff leak test) testinin yapılması önerilir. İnspiratuar ve ekspiratuar volümler arasındaki farkın < 20 mL olduğu durumda, kaf havası indirilir, takip eden altı ekspiratuar hacim kayıt edilir, en düşük üç hacimin ortalaması alınır. İnspiratuar ve ekspiratuar hacim farkı > 110 mL olmalıdır. Eğer kaçak 110 mL'den daha az ise, darlık olduğu ve post ekstübasyon stridor gelişeceği ön görülür. Bu durumda ekstübasyondan dört saat önce 40 mg metiprednisolon IV yapılması Reentübasyon riskini ve post ekstübasyon riskini azalttığı gösterilmiştir (31).

Negatif basınçlı pulmoner ödem, daralmış üst hava yoluna karşı solunduğunda, -100 cmH₂O'ya ulaşan intratorasik negatif basıncın etkisiyle gelişen nonkardiyojenik pulmoner ödem olarak tanımlanır. Ekstübasyondan hemen sonra gelişen akut solunum yetmezliğinin önemli bir sebebidir. İntratorasik negatif basıncın etkisi ile sağ atriya dönen venöz kan miktarı artar ve pulmoner kapillerlerde hidrostatik basınç artar. Sıvı interstisyuma sızar ve pulmoner ödem gelişir. Tedavisinde diüretiklerin yeri tartışmalı olsa da klinik pratikte yaygın olarak uygulanmaktadır ve başarılı olduğu vakalar bildirilmiştir (32).

Sonuç olarak; weaning, entübasyondan 24 saat sonra, entübasyona neden olan durumun kontrol altına alınması ve hemodinamik stabiliteyi takiben, her sabah, hastanın weaning için uygunluğunu sorgulamak ve değerlendirmek ile başlar. Sedasyonun kesilmesi, hava yolu kontrolü, sekresyon temizliği için yeterli bilinç düzeyinin sağlanması gereklidir. Sekresyon, weaning başarısızlığının en önemli nedenlerinden biri olup, öksürük gücünün değerlendirilmesi ve yeterli olması veya desteklenmesi için uygulamalar yapılmalıdır. Spontan solunum denemelerini başarı ile geçen özellikle kalp yetmezlikli hastalarda, pozitif basıncın ani sonlandırılması ile akciğer ödemi ve postekstübasyon solunum yetmezliği gelişebileceği akıld tutulmalıdır.

Kalp yetmezliği ve KOAH'lı hastalarda NIMV uygulanması reentübasyon riskini azaltabilir. Hipokseminin ön planda olduğu hastalarda ekstübasyondan

önce profilaktik olarak, yüksek akım oksijenin, nazal yoldan uygulanmaya başlanması, post ekstübasyon solunum sıkıntısı ile baş etme yöntemlerinden sayılabilir. Her hastanın kendi özelinde değerlendirilmesi, altta yatan temel neden, ek hastalıklar, bireysel özellikleri dikkate alınıp, en uygun weaning yönteminin seçilmesi ve gerekli önlemlerin alınması ekstübasyon başarısını arttıracaktır.

KAYNAKLAR

- Schmidt GA, Girard TD, Kress JP, et al. Official Executive Summary of an American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 195(1): 115.
- Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007;29(5):1033-56.
- Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. Rehabilitation Protocols, Ventilator Liberation Protocols, and Cuff Leak Tests. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195(1):120.
- Burns KEA, Raptis S, Nisenbaum R, et al. International Practice Variation in Weaning Critically Ill Adults from Invasive Mechanical Ventilation. *Ann Am Thorac Soc* 2018; 15(4): 494.
- Burns KEA, Rizvi L, Cook DJ, et al. Ventilator Weaning and Discontinuation Practices for Critically Ill Patients. *JAMA* 2021; 325(12): 1173-1184.
- Baptistella AR, Mantelli LM, Matte L, et al. Prediction of extubation outcome in mechanically ventilated patients: Development and validation of the Extubation Predictive Score (ExPreS). *PLoS ONE* 2021; 16(3): e0248868
- Lin FC, Kuo YW, Jerng JS, et al. Association of weaning preparedness with extubation outcome of mechanically ventilated patients in medical intensive care units: a retrospective analysis. *PeerJ* 2020; 8: e8973.
- Duan J, Han X, Bai L, et al. Assessment of heart rate, acidosis, consciousness, oxygenation, and respiratory rate to predict noninvasive ventilation failure in hypoxemic patients. *Intensive Care Med* 2017; 43(2): 192-199.
- Liao KM, Ko SC, Liu CF, et al. Development of an Interactive AI System for the Optimal Timing Prediction of Successful Weaning from Mechanical Ventilation for Patients in Respiratory Care Centers. *Diagnostics* 2022, 12, 975.
- Menguy J, De Longeaux K, Bodenes L, et al. Defining predictors for successful mechanical ventilation weaning, using a datamining process and artificial intelligence. *Sci Rep* 2023; 13: 20483.
- Ionescu F, Zimmer MS, Petrescu I, et al. Extubation Failure in Critically Ill COVID-19 Patients: Risk Factors and Impact on In-Hospital Mortality. *J. Intensive Care Med* 2021; 36: 1018-24.
- Liu, J, Shen F, Teboul JL, et al. Cardiac dysfunction induced by weaning from mechanical ventilation: Incidence, risk factors, and effects of fluid removal. *Crit. Care* 2016; 20: 369.
- Konomi, I, Tasoulis A, Kaltsi I, et al. Left ventricular diastolic dysfunction-An independent risk factor for weaning failure from mechanical ventilation. *Anaesth. Intensive Care* 2016; 44: 466-473.
- Groenland CNL, Blijleven, MA, Ramzi I, et al. The Value of Ischemic Cardiac Biomarkers to Predict Spontaneous Breathing Trial or Extubation Failure: A Systematic Review. *J. Clin. Med* 2024; 13: 3242.
- Soummer A, Perbet S, Brisson H, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med* 2012; 40: 2064-2072.
- Li S, Chen Z, Yan W. Application of bedside ultrasound in predicting the outcome of weaning from mechanical ventilation in elderly patients. *BMC Pulm Med* 2021; 21(1): 217.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99(5): 696-702.
- Man WD, Kyroussis D, Fleming TA, et al. Cough gastric pressure and maximum expiratory mouth pressure in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168(6): 714-717.
- Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, et al. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. *Thorax* 1984; 39(7): 535-538.
- Szeinberg A, Tabachnik E, Rashed N, et al. Cough capacity in patients with muscular dystrophy. *Chest* 1988; 94: 1232-5.
- Norisue Y, Kataoka J, Homma Y, et al. Increase in intraabdominal pressure during airway suctioning-induced cough after a successful spontaneous breathing trial is associated with extubation outcome. *Ann Intensive Care* 2018; 8(1): 61.
- Smina M, Salam A, Khamiees M, et al. Cough peak flows and extubation outcomes. *Chest* 2003; 124(1): 262-268.
- Norisue Y, Santanda T, Nabeshima T, et al. Association of Diaphragm Movement During Cough, as Assessed by Ultrasonography, With Extubation Outcome. *Respir Care* 2021; 66(11): 1713-1719.
- Béduneau G, Pham T, Schortgen F, et al. Weaning outcome according to New Definition). Epidemiology of Weaning Outcome according to a New Definition. The WIND Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 195: 772-783.
- Dolinay T, Hsu L, Maller T, et al. Ventilator Weaning in Prolonged Mechanical Ventilation A Narrative Review. *J Clin Med* 2024; 13: 1909.
- Bach JR, Saporito LR. Criteria for Extubation and Tracheostomy Tube Removal for Patients with Ventilatory Failure. A different approach to weaning. *Chest* 1996; 110: 1566-1571.
- Wibart P, Réginault T, GarciaFontan M, et al. Effects of mechanical inextubation in preventing postextubation acute respiratory failure in intensive care acquired weakness patients: a randomized controlled trial. *Crit Care Sci* 2023; 35: 168-76.
- Goncalves MR, Honrado T, Winck JC, et al. Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: A randomized controlled trial. *Crit Care* 2012; 16(2): R48.

29. Swingwood E, Voss S, Tume LN, et al. Mechanical insufflation-exsufflation to promote extubation success in critically ill adults on intensive care: protocol for a randomised controlled feasibility trial. *Pilot Feasibility Stud* 2023; 9(1): 129.
30. Wang Q, Peng Y, Xu S, et al. The efficacy of high-flow nasal cannula (HFNC) versus noninvasive ventilation (NIV) in patients at high risk of extubation failure: a systematic review and metaanalysis. *Eur J Med Res* 2023; 28(1): 120.
31. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults. *Rehabilitation Protocols, Ventilator Liberation Protocols, and Cuff Leak Tests*. *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 195(1): 120-133.
32. Pathak V, Rendon IS, Ciubotaru RL. Recurrent negative pressure pulmonary edema. *Clin Med Res* 2011; 9(2): 88-91.