
Fizyolojik ölü boşluk ölçümünün ekstübasyon başarısını tahmin etmedeki rolü

Ezgi ÖZYILMAZ, Müge AYDOĞDU, Gül GÜRSEL

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Ünitesi, Ankara.

ÖZET

Fizyolojik ölü boşluk ölçümünün ekstübasyon başarısını tahmin etmedeki rolü

Ölü boşluk ventilasyonu (V_d/V_t), ventile olan ancak perfüze olmayan akciğer alanlarını gösteren değerli bir parametredir. Entübe hastalarda normal değeri %30-50 arasında olması gerekirken başta pulmoner emboli, akut solunum sıkıntısı sendromu ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi pek çok pulmoner hastalıkta artmış olarak bulunmaktadır. Son yıllarda V_d/V_t değerinin entübe hastalarda ekstübasyon başarısının değerlendirilmesinde de kullanılabileceği bildirilmektedir. Yapılan çalışmalarda spontan solunum denemesinin başladığı gün ölçülen V_d/V_t değerinin < %55-60 olmasının ventilatörden ayırma başarısını gösterdiği bildirilmektedir. Bu çalışmanın amacı yoğun bakımda solunum yetmezliği nedeniyle entübe olarak izlenen hastaların yatışta ölçülen kapnografik parametrelerinin ekstübasyon başarısının tahmin edilmesi üzerine etkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya toplam 35 hasta alındı; ekstübe edilen 25 (%71)'i grup 1, ekstübe edilemeyen 10 (%29)'u grup 2 olarak sınıflandırıldı. Grup 1 ve 2'deki hastalar karşılaştırıldığında yatışın ilk 24 saati içinde ölçülen V_d/V_t 'nin grup 2'de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptandı (0.66'ya karşılık 0.54, $p < 0.05$). Sonuçta yatışta ölçülen V_d/V_t değerinin ≥ 0.60 olmasının ekstübasyon başarısını tahmin etmede duyarlılığı %70, özgüllüğü %72, pozitif beklenen değeri %58, negatif beklenen değeri %81, doğruluğu %71 olarak bulundu. Bu çalışmanın sonuçları yatışta ölçülen V_d/V_t değerinin ≥ 0.60 olmasının ekstübasyon başarısızlığının erken bir göstergesi olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ölü boşluk, kapnograf, ventilatörden ayırma, mekanik ventilasyon, solunum yetmezliği.

SUMMARY

The role of physiologic dead space measurement in predicting extubation success

Ezgi ÖZYILMAZ, Müge AYDOĞDU, Gül GÜRSEL

Intensive Care Unit, Department of Chest Diseases, Faculty of Medicine, Gazi University, Ankara, Turkey.

Yazışma Adresi (Address for Correspondence):

Dr. Müge AYDOĞDU, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Beşevler
ANKARA - TÜRKİYE

e-mail: mugeaydogdu@yahoo.com

Dead space ventilation (V_d/V_t) is a valuable parameter which indicates the ventilated but not perfused lung areas. The normal range is between 30-50% in mechanically ventilated patients. Increased levels could be observed in many pulmonary diseases such as pulmonary embolism, acute respiratory distress syndrome and chronic obstructive pulmonary disease. V_d/V_t is also used for the prediction of extubation success and a value of $< 55-60\%$ indicates successful extubation according to several studies. The aim of this study is to evaluate the value of baseline capnographic measurements on extubation success. A total of 35 patients were included in this prospective study; and 25 (71%) of them who were extubated successfully were named as group 1 and the remaining 10 (29%) patients with extubation failure were named as group 2. When the two groups were compared, V_d/V_t value, measured at the first 24 hours of hospitalization, was found to be higher in group 2 (0.66 vs. 0.54, $p < 0.05$). The sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of baseline $V_d/V_t \geq 0.60$ for predicting extubation failure according to ROC curve were 70%, 72%, 58%, 81% and 71%, respectively. In conclusion, results of this study suggest that, higher V_d/V_t values measured on the first day of hospitalization may be an early predictor of extubation failure.

Key Words: Dead space, capnography, weaning, mechanical ventilation, respiratory failure.

Mekanik ventilasyon süresinin kısaltılması yoğun bakım hastasında gerek mortaliteyi, gerek hastanede yatış süresini, gerekse yoğun bakımda yatış süresini ve maliyeti azaltan en önemli yaklaşımlardan biridir. Başarılı ekstübasyon hasta ile ilgili tüm parametreleri olumlu yönde etkilerken, ekstübasyonun başarısız olması ve reentübasyon hem mortaliteyi hem de morbiditeyi olumsuz yönde etkiler (1). Tüm bu nedenlerden dolayı hangi hastanın ne zaman mekanik ventilatörden ayrılabilceğinin tahmin edilebilmesi için klinik değişkenlere ek olarak pek çok fizyolojik parametre geliştirilmiştir (2).

Ölü boşluk, kapnografi cihazı ile yatak başı non-invaziv olarak ölçülebilen önemli bir fizyolojik parametredir. Ventile olan ancak perfüze olmayan akciğer alanlarını tanımlar. Total fizyolojik ölü boşluk, anatomik ölü boşluk (burun farenks ve iletilen hava yollarında gaz değişimine katılmayan üniteler), alveoler ölü boşluk (ventilasyonu iyi ancak perfüzyonu kötü alveoller) ve entübe hastada mekanik ölü boşluk (mekanik ventilatör devreleri, ısı-nem değiştiriciler, nebulizatör veya inhaler için kullanılan hazneler) olmak üzere üç komponentten oluşur. Normal kişide alveoler ölü boşluk yok denecek kadar az olduğundan fizyolojik ölü boşluk değeri anatomik ölü boşluğa yakındır. Fizyolojik ölü boşluğun tidal volüme oranı ise ölü boşluk ventilasyonunu gösterir (V_d/V_t). V_d/V_t 'nin normalisi %30-50 arasında olmalıdır (3-5). Entübe hastada kullanılan mekanik ventilatör devreleri, ısı-nem değiştiriciler mekanik ölü boşluk oluşturarak V_d/V_t 'nin artışına (%60) neden olur (6).

V_d/V_t , 1960'lı yıllardan itibaren akut akciğer hasarı ve ventilasyon perfüzyon dengesizliğinin tanısında yaygın şekilde kullanılmaktadır (7). Eski çalışmalarda $V_d/V_t > 0.60$ olması entübasyon endikasyonu olarak bildirilmiştir (8). Bunun dışında V_d/V_t 'nin akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS)'nda prognoz değerlendirilmesinde de kullanılabileceği gösterilmiştir (9,10). Son yıllarda weaning yapıldığı gün ölçülen V_d/V_t 'nin weaning ve ekstübasyon başarısını tahmin etmede rolü olduğu da ileri sürülmüştür. Buna karşın bu konuda yapılan araştırmaların sayısı çok fazla olmayıp bunların çoğu da pediatrik hasta gruplarında yapılmıştır (11,12).

Bu çalışmanın amacı; yoğun bakımda solunum yetmezliği nedeniyle entübe olarak izlenen hastaların yatışta ölçülen kapnografik parametrelerinin ekstübasyon başarısını tahmin etmedeki etkilerini incelemektir.

MATERYAL ve METOD

Bu prospektif gözlemsel kohort çalışmaya 2006-2007 yılları arasında hastanemiz göğüs hastalıkları yoğun bakım ünitesine solunum yetmezliği nedeniyle yatırılan ve entübe olarak izlenen 18 yaş üzeri hastalar alındı. Araştırma, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı ve hastaların birinci derece yakınlarından onay alındı. Noninvaziv mekanik ventilasyon uygulanan ve mekanik ventilasyon desteği uygulanmayan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hastaların yaş, cinsiyet, yaklaşık kilo gibi demografik verileri ile hastaneye yatış nedenleri,

hastaneye yatışta hastalık ağırlığını gösteren "Acute Physiology Assessment and Chronic Health Evaluation (APACHE) II", "Sequential Organ Failure Assessment Score (SOFA)" ve komorbiditeleri değerlendiren Charlson skorları kaydedildi (13). Ayrıca, hastaların yatış arter kan gazı değerleri, ilk entübasyon için mekanik ventilasyon süreleri, yoğun bakımda yatış süreleri, hastanede yatış süreleri ve sonuçları (eksitüs veya taburcu) kaydedildi. Tüm hastalara yoğun bakıma yatışın ilk 24 saati içinde sabah 09:00-11:00 saatleri arasında uygun şekilde kalibre edilmiş CO₂SMO plus kapnograf cihazı ile ölçümler yapıldı. Kapnograf ile yapılan ölçümlerden hemen önce mekanik ventilatörde ayarlanan solunum sayısı, hastanın spontan solunum sayısı, pozitif sonlu ekspiratuar basınç (PEEP), dakika ventilasyonu (MV) ve fraksiyone oksijen değeri (FiO₂) kaydedildi. Daha sonra kapnograf ile: İnspiratuar tidal volüm (V_{ti}), ekspiratuar tidal volüm (V_{te}), alveoler tidal volüm (V_t alveol), hava yolundaki tidal volüm (V_t airway), VCO₂, PETCO₂, PaCO₂-PETCO₂ farkı, tepe hava yolu basıncı (P_{IP}), PEEP, inspiriyum zamanı (T_i), ekspiriyum zamanı (T_e), V_d/V_t, mekanik ölü boşluk (V_d mekanik), fizyolojik ölü boşluk (V_d fizyolojik) ve alveoler ölü boşluk (V_d alveoler) değerleri kaydedildi. V_d/V_t değerinin cihaz tarafından hesaplanması için hastaların yaklaşık kilosu ve aynı günün sabahında alınan arter kan gazındaki PaCO₂ basıncı değeri girildi. Cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanan ölü boşluk değerleri için Bohr eşitliğinin Enghoff tarafından modifiye edilmiş formu $[VD/VT = (PaCO_2 - PETCO_2) / PaCO_2]$ kullanıldı (14). Her hasta için ayrı sensörlerle ölçüm yapıldı. Tüm ölçümler hastalar supin pozisyondayken ve asiste volüm kontrollü mekanik ventilasyon modunda takip edilirlerken yapıldı. Daha sonra hastalar günlük tarama testine göre weaning açısından değerlendirildi (15). Günlük tarama testini geçen hastalara kliniğimizde kullanılan standart weaning protokolüne göre weaning denemesi yapıldı (16). Spontan solunum denemesi, giderek azaltılan basınç desteğini takiben iki saatlik T-tüp denemesi ile yapıldı. Tüm bu aşamaları başarı ile geçen hastalar ekstübe edildi. Takipte hastaların reentübasyon gereksinimi ve hastaneden çıkış durumları (eksitüs veya taburcu) kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 11.5 programı kullanıldı. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ve yüzde olarak belirtildi. Parametrik testler için Student's t test, nonparametrik testler için independent sample t-test kullanıldı. Kategorik değişkenler için χ^2 ve Kruskal Wallis H testleri kullanıldı. Ekstübasyon başarısını tahmin edebilecek V_d/V_t eşik değeri saptamak için ROC eğrisi yine SPSS programı ile çizdirildi ve eğri altında kalan alan (area under curve; AUC) hesaplandı. İstatistiksel değerlendirme sonucu p < 0.05 değerleri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 35 hastanın (12'si kadın, 23'ü erkek) yaş ortalaması 67.2 ± 12.4 idi. Hasta grubunun bazal demografik verileri, yoğun bakım skorları, yatış süreleri ve entübasyon öncesi arter kan gazı değerleri Tablo 1'de görülmektedir.

Çalışma grubunun yatış nedenleri incelendiğinde en sık yatış nedeninin %46 ile kronik obstrüktif akciğer hastalığı akut atak, takiben %17 ile

Tablo 1. Hasta grubunun yatış demografik verileri, yoğun bakım skorları, yatış süreleri ve yatış arter kan gazı değerleri.

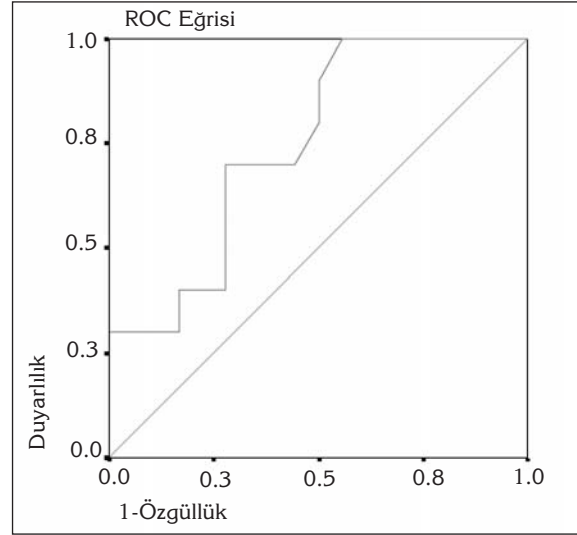
	Ortalama ± SS
Yaş (yıl)	67.2 ± 12.4
Cinsiyet (kadın/erkek)	12/23
APACHE II skoru	22.5 ± 6
SOFA skoru	6 ± 2
Charlson skoru	3 ± 2
Yatış pH	7.29 ± 0.12
Yatış PaO ₂ (mmHg)	58.4 ± 15.2
Yatış PaCO ₂ (mmHg)	58.2 ± 27.5
O ₂ saturasyonu (%)	82.9 ± 13.5
HCO ₃ (mEq/L)	26.8 ± 9.3
BE (mmol/L)	1.6 ± 10.4
MV'de kalma süresi (gün)	9 ± 8
YBÜ'de yatış süresi (gün)	18 ± 17
Hastanede yatış süresi (gün)	30 ± 20

SS: Standart sapma, APACHE: Acute Physiology Assessment and Chronic Health Evaluation, SOFA: Sequential Organ Failure Assessment, MV: Mekanik ventilasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi.

toplum kökenli pnömoniler ve aynı oranda ARDS olduğu görüldü. Diğer yatış nedenleri ise pulmoner tromboemboli (%6), akciğer kanseri (%6) ve interstisyel akciğer hastalıkları (%8) idi

Otuz beş hastadan ekstübe edilebilen 25 (%71)'i grup 1, ekstübe edilemeyen 10 (%29)'u ise grup 2 olmak üzere iki gruba ayrıldı. Grup 1 ve 2'deki hastalar bazal demografik verileri, yoğun bakım skorları, yatış süreleri ve yatış arter kan gazı değerleri açısından karşılaştırıldığında; yaş, cinsiyet, APACHE II, SOFA ve Charlson skorları, MV süresi, yoğun bakımda yatış süresi, hastanede yatış süresi ve yatıştaki arter kan gazı değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0.05$). Buna karşın grup 2'nin mortalitesi, grup 1'e göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu (%100'e karşılık %56, $p < 0.05$) (Tablo 2).

Grup 1 ve 2'deki hastaların yatıştaki temel ventilatör parametreleri karşılaştırıldığında ayarlanan solunum sayısı, PEEP, dakika ventilasyonu ve FiO_2 değerlerinin benzer ($p > 0.05$), spontan solunum sayısının grup 2'de daha yüksek olduğu görüldü ($p < 0.05$). Kapnograf ile ölçülen pa-



Şekil 1. Ölü boşluk değerinin ekstübe olan ve olamayan hastalarda ROC eğrisi ile karşılaştırılması. Grup 1 ve 2'deki hastaların Vd/Vt değerleri ROC eğrisi ile karşılaştırıldığında Vd/Vt için sınır değeri ≥ 0.60 olarak bulundu (AUC: 0.75, %95 GA, 0.56-0.93, $p = 0.031$).

Tablo 2. Ekstübe olan ve olamayan hastaların yatış demografik verileri, yoğun bakım skorları, yatış süreleri ve yatış arter kan gazı değerlerinin karşılaştırılması.

	Grup 1 (n= 25)	Grup 2 (n= 10)	p
Yaş (yıl)	69.1 ± 13.1	62.5 ± 9.5	0.113
Cinsiyet (kadın/erkek)	9/16	3/7	0.530
APACHE II skoru	21.7 ± 6.7	24.7 ± 4.3	0.133
SOFA skoru	5.8 ± 2.7	5.1 ± 1.8	0.429
Charlson skoru	2.9 ± 2.1	2.3 ± 1.0	0.267
Yatış pH	7.30 ± 0.11	7.27 ± 0.14	0.530
Yatış PaO_2 (mmHg)	56.9 ± 14.3	61.8 ± 17.5	0.454
Yatış $PaCO_2$ (mmHg)	58.7 ± 24.3	57.1 ± 35.4	0.902
Yatış O_2 saturasyonu (%)	81.7 ± 15.1	85.8 ± 8.5	0.330
Yatış HCO_3 (mEq/L)	26.8 ± 8.2	26.7 ± 12.0	0.967
Yatış BE (mmol/L)	0.8 ± 8.2	2.9 ± 14.0	0.677
MV'de kalma süresi (gün)	7.9 ± 7.2	10.5 ± 10.7	0.502
YBÜ'de yatış süresi (gün)*	21.6 ± 17.7	9.7 ± 10.7	0.025
Hastanede yatış süresi (gün)*	34.0 ± 20.8	20.6 ± 14.0	0.047
Mortalite (%)*	56	100	0.015

* $p < 0.05$.

APACHE: Acute Physiology Assessment and Chronic Health Evaluation, SOFA: Sequential Organ Failure Assessment Score, MV: Mekanik ventilasyon, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi.

rametreler karşılaştırıldığında ise Vd/Vt'nin grup 2'de istatistiksel anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptandı (0.66'ya karşılık 0.54, $p < 0.05$), diğer parametreler her iki grupta da benzerdi (Tablo 3). Yapılan alt grup analizinde ARDS nedeniyle mekanik ventilatöre bağlı izlenen altı hastanın dördünün ekstübe edilemeyen grupta yer aldığı dikkati çekti.

Grup 1 ve 2'deki hastaların Vd/Vt değerleri ROC eğrisi ile karşılaştırıldığında Vd/Vt için sınır değeri ≥ 0.60 olarak bulundu (AUC: 0.75, %95 GA, 0.56-0.93, $p = 0.031$) (Şekil 1). Buna göre Vd/Vt ≥ 0.60 olan 12 hastanın yalnızca 5 (%41)'inin ekstübe olabildiği buna karşın Vd/Vt ≤ 0.60 olan

16 hastanın 13 (%81)'ünün ekstübe olabildiği görüldü ($p = 0.039$). Sonuçta yatışta ölçülen Vd/Vt ≥ 0.60 olmasının ekstübasyon başarısını tahmin etmede duyarlılığı %70, özgüllüğü %72, pozitif beklenen değeri %58, negatif beklenen değeri %81 ve doğruluğu %71 olarak bulundu.

TARTIŞMA

Bu çalışma göstermiştir ki, yoğun bakım ünitesinde entübe olarak takip edilen hastalarda yatışın ilk 24 saati içinde ölçülen Vd/Vt'nin ≥ 0.60 olması ekstübasyon başarısızlığının erken bir göstergesi olabilir. Vd/Vt ekstübe olamayan hastalarda ekstübe edilebilenlere göre daha yüksek

Tablo 3. Ekstübe olan ve olamayan hastaların yatış temel ventilatör parametrelerinin ve kapnograf ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

	Grup 1 (n= 25)	Grup 2 (n= 10)	p
Ventilatör parametreleri			
Ayarlanan solunum sayısı	17.1 ± 1.7	21.2 ± 6.1	0.098
Spontan solunum sayısı*	20.7 ± 9.4	31.1 ± 12.2	0.043
PEEP (cmH ₂ O)	4.8 ± 1.2	5.5 ± 0.9	0.097
MV (L/dakika)	10.1 ± 3.7	12.2 ± 3.4	0.158
FiO ₂ (%)	47.7 ± 15.5	60.5 ± 22.3	0.149
Kapnografik ve diğer mekanik ölçümler			
Vti (mL)	430.8 ± 76.2	463.3 ± 89.7	0.351
Vte (mL)	425.8 ± 49.8	418.7 ± 69.4	0.780
Vt alveol (mL)	329.4 ± 45.6	295.4 ± 88.7	0.309
Vt airway (mL)	103.2 ± 27.5	128.4 ± 40.5	0.122
VCO ₂ (mL/dakika)	163.4 ± 139.9	174.2 ± 55.7	0.776
PETCO ₂ (mmHg)	31.9 ± 10.9	38.2 ± 12.2	0.193
PaCO ₂ -PETCO ₂ (mmHg)	4.9 ± 5.6	11.2 ± 9.9	0.092
PIP (cmH ₂ O)	21.6 ± 6.6	26.5 ± 9.7	0.184
PEEP (cmH ₂ O)	5.1 ± 2.4	5.5 ± 0.8	0.490
Ti (saniye)	1.2 ± 0.5	0.9 ± 0.2	0.057
Te (saniye)	2.0 ± 0.7	1.7 ± 0.8	0.266
Vd/Vt (%)*	0.54 ± 0.11	0.66 ± 0.12	0.024
Vt mekanik (mL/kg)	7.9 ± 6.4	6.4 ± 1.1	0.334
Vd fizyolojik (mL)	275.0 ± 186.7	279.9 ± 57.3	0.919
Vd alveoler (mL)	143.5 ± 125.2	127.2 ± 73.4	0.668

Vti: İnspiratuar tidal volüm, Vte: Ekspiratuar tidal volüm, Vt alveol: Alveoler tidal volüm, Vt airway: Hava yolundaki tidal volüm, VCO₂: CO₂ eliminasyon hızı, PETCO₂: Sonlu tidal CO₂ basıncı, PIP: Tepe hava yolu basıncı, PEEP: Pozitif sonlu ekspiratuar basınç, Ti: İnspiriyum zamanı, Te: Ekspiriyum zamanı, Vd/Vt: Ölü boşluk ventilasyonu, Vd mekanik: Mekanik ölü boşluk, Vd fizyolojik: Fizyolojik ölü boşluk, Vd alveoler: Alveoler ölü boşluk.

* $p < 0.05$.

olmasına rağmen; Vd mekanik, Vd fizyolojik ve Vd alveoler değerlerinin her iki grupta da benzer olmasının nedeni ekstübe olamayan hastalarda yüksek solunum sayısına bağlı olarak alveollere ulaşan tidal volüm oranının azalması ve Vd/Vt'nin artması olabilir.

Düşük Vd/Vt uzun yıllardır stabil akciğer fonksiyonlarını göstermede kullanılan önemli bir parametredir. Sandberg ve arkadaşları sağlıklı ve hasta yenidoğan bebeklerdeki Vd/Vt oranını karşılaştırdıkları çalışmalarında hasta bebeklerde Vd/Vt oranının istatistiksel anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermişlerdir (0.48'e karşılık 0.60, $p < 0.05$) (17). Son yıllarda yapılan çalışmalarda kapnografin söstergesi olabileceği bildirilmiştir. Nuckton ve arkadaşlarının çalışmalarında ARDS'li hastalarda birinci günde ölçülen artmış fizyolojik ölü boşluk solunumunun hastalığın ağırlığı ve akciğer kompliyansından bağımsız olarak mortalitede anlamlı düzeyde artışla korele olduğu bildirilmiştir (18). Bir takip çalışmasında Kallet ve arkadaşları ARDS'li hastalarda ilk altı günde Vd/Vt oranının > 0.55 olmasının mortalitenin bağımsız bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir (10). Gürsel ve arkadaşları ise ARDS'li hastalarda "recruitment" manevrasının Vd/Vt üzerinde anlamlı değişikliğe yol açmadığını göstermişlerdir (19). Yeni yayınlanan bir araştırmada Avrupa-Amerika konsensus kriterlerine göre akut akciğer hasarı olan hastalarda artmış pulmoner ölü boşluk oranının artmış mortalite ve uzamış mekanik ventilasyon süresi ile korele olduğu, PaO_2/FiO_2 oranıyla ise ters korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (eksitus olan hastalarda Vd/Vt: 0.61 ± 0.08 'e karşılık taburcu olanlarda Vd/Vt: 0.52 ± 0.11 , $p = 0.008$). Bu çalışmanın ilginç bir başka sonucu ise, sistolik pulmoner arter basıncı ile Vd/Vt arasında zayıf bir korelasyon bulunmasıdır (20).

Düşük Vd/Vt normale yakın ventilasyon perfüzyon oranının iyi bir göstergesi olduğundan mekanik ventilatörde izlenen hastalarda weaning ve ekstübasyon başarısının tahmininde de kullanılabilir. Bu konuda pediatrik hasta grubunda yapılan ilk çalışmada Hubble ve arkadaşları 45 entübe hastada sabit 6 mL/kg ekshale tidal volüm altında basınç destekli mekanik ventilasyon modunda planlı ekstübasyondan 30 dakika önce

Vd/Vt ölçümü yapmışlar ve daha sonra hastaları 48 saat boyunca ekstübasyon sonrası solunum yetmezliği gelişimi açısından yakın takip etmişlerdir. Sonuçta Vd/Vt oranı ≤ 0.50 olan hastaların %96'sında, Vd/Vt oranı 0.50-0.65 arasında olan hastaların %60'ında başarılı ekstübasyon olurken, Vd/Vt oranı ≥ 0.65 olan hastaların yalnızca %20'sinde ekstübasyon başarılı olmuştur. Yapılan lojistik regresyon analizi düşük Vd/Vt ile başarılı ekstübasyon arasında anlamlı ilişki olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak; artmış Vd/Vt ekstübasyon için kesin bir kontrendikasyon olarak kabul edilmese bile klinisyeni ekstübasyondan sonra gelişebilecek solunum yetmezliği açısından uyarıcı özellikte olması nedeniyle değerli bulunmuştur (11).

Bu konuda yine pediatrik hasta grubunda yapılmış bir başka çalışmada Bousso ve arkadaşları 86 hastalık bir grupta ekstübasyon başarısızlığı oranını %24 olarak bulmuşlardır. Başarılı ve başarısız ekstübasyon olan hastalar ortalama Vd/Vt değerleri açısından karşılaştırıldığında ise her iki grupta istatistiksel anlamlı farklılık saptanmamıştır (0.62'ye karşılık 0.65, $p = 0.472$). Lojistik regresyon analizinde Vd/Vt oranı ile ekstübasyon başarısı arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (12). Bu iki çalışmanın ortak özellikleri pediatrik hasta grubunda yapılmış olmaları ve Vd/Vt değerinin ekstübasyondan kısa süre önce ölçülen değerler olmasıdır.

Hubble ve arkadaşlarının çalışmasının bizim çalışmamızdan bir diğer önemli farkı ölçümlerin basınç destekli ventilasyon modunda yapılmış olmasıdır. Bu çalışmada 6 mL/kg'lık tidal volümün sağlanması için her hastada farklı kompliyans ve elastansa bağlı olarak farklı düzeyde basınç desteğine gereksinim olmuştur (11). Daha önce yapılan çalışmalar tidal volümün değiştirilmesinin alveoler ölü boşluk değerini değiştirebileceğini göstermiştir (21). Sonuç olarak; Hubble ve arkadaşlarının çalışmasında sabit tidal volümü sağlamak için farklı düzeylerde basınç desteğinin uygulaması Vd/Vt değerinde değişikliği neden olmuş olabilir (11).

Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak ölçümlerin tamamı hastanın yoğun bakım ünitesine yatışının ilk 24 saati içinde ve

asiste kontrollü mekanik ventilasyon modunda yapılmıştır. Her ne kadar farklı ventilasyon modlarının Vd/Vt üzerine etkisini araştıran herhangi bir çalışma bulunmasa da, teorik olarak sabit tidal volüm verilen bu yaklaşımın daha güvenilir sonuçlar verebileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada ekstübasyon başarısı ve Vd/Vt değeri ROC eğrisi ile karşılaştırıldığında bulunan sınır değer (≥ 0.60) daha önce pediatrik hasta gruplarında belirlenen eşik değerler ile yakın benzerlik göstermektedir. Hubble ve Bouso'nun iki farklı araştırmasında Vd/Vt için sınır değer ≥ 0.65 olarak belirlenmiştir (11,12).

Bu çalışmanın en önemli avantajı daha önceki araştırmalardan farklı olarak ekstübasyondan hemen önce değil, yatışın ilk 24 saati içinde ölçülen Vd/Vt değerinin ekstübasyon başarısını yaklaşık %70 duyarlılık ve özgüllük ile tespit edebileceğinin gösterilmesidir. Daha önce yapılan, yatışta ölçülen Vd/Vt değeri ile ekstübasyon başarısının ilişkisini inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ekstübasyon başarısızlığının erken dönemde saptanması pek çok açıdan oldukça faydalıdır. Bu yüksek riskli hasta grubunun önceden belirlenmesi bu hastalarda prognozu olumlu yönde değiştirecek önlemlerin alınmasını sağlayabilir. Çalışmanın sınırlayıcı özellikleri ise hasta sayısının az olması ve farklı tanı grupları olan heterojen bir hasta grubu olmasıdır. Hasta sayıları az olduğundan farklı tanı grupları arasında karşılaştırmalar yapılamamıştır.

Sonuç olarak bu çalışma göstermiştir ki, yatışta ölçülen Vd/Vt değerinin ≥ 0.60 olması ekstübasyon başarısızlığının erken ve önemli bir göstergesi olabilir. Ekstübasyon başarısızlığı da mortalite ile önemli ölçüde korele bir parametre olduğundan ekstübasyon başarısızlığının yatışta tahmin edilmesi gerek mortaliteyi azaltıcı önlemlerin alınması gerekse trakeostomi gibi girişimlerin daha erken dönemde gündeme gelmesiyle bu hastalardaki prognozu iyileştirebilir. Bu konuda daha geniş hasta serilerinde yapılacak çalışmalar gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Seymour CW, Martinez A, Christie JD, Fuchs BD. The outcome of extubation failure in a community hospital intensive care unit: a cohort study. *Crit Care* 2004; 8: 322-7.
2. Boles JM, Bion J, Connors A, et al. Weaning from mechanical ventilation. Statement of the sixth international consensus conference on intensive care medicine. *Eur Respir J* 2007; 29: 1033-56.
3. Gürsel G. Mekanik ventilasyon sırasında solunum monitörizasyonu II. bölüm. *Tuberk Toraks* 2003; 51: 100-6.
4. Ahrens T, Sona C. Capnography application in acute and critical care. *AACN Clinical Issues* 2003; 14: 123-32.
5. "www.capnography.com" A Comprehensive Educational website designed, produced and maintained by Kodali BS.
6. Öziş TN, Kanat DÖ, Oğuzülgen İK ve ark. Mekanik ventilasyon tedavisi alan hastalarda ısıtıcı nemlendirici ile ısı-nem değişimi yapan filtre ile beraber Booster kullanımının klinik ve bakteriyolojik açıdan karşılaştırılması. *Tuberk Toraks* 2009; 57: 259-67.
7. Pontoppidan H, Hedley-Whyte J, Bendixen HH, et al. Ventilation and oxygenation requirements during prolonged artificial ventilation in patients with respiratory failure. *N Engl J Med* 1965; 273: 401-9.
8. Pierson DJ. Weaning from mechanical ventilation in acute respiratory failure: concepts, indications and techniques. *Respir Care* 1983; 28: 646-62.
9. Coss-Bu JA, Walding DL, Davia YB, et al. Dead space ventilation in critically ill children with lung injury. *Chest* 2003; 123: 2050-6.
10. Kallet RH, Alonso JA, Pittet JF, Matthay MA. Prognostic value of the pulmonary dead space fraction during the first 6 days of acute respiratory distress syndrome. *Respir Care* 2004; 49: 1008-14.
11. Hubble CL, Gentile MA, Tripp DS, et al. Dead space to tidal volume ratio predicts successful extubation in infants and children. *Crit Care Med* 2000; 28: 2034-40.
12. Bouso A, Ejzenberg B, Ventura AM, et al. Evaluation of dead space to tidal volume ratio as a predictor of extubation failure. *J Pediatr* 2006; 82: 347-53.
13. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 8: 818-29.
14. Almeida-Junior AA, Nolasco da Silva MT, Almeida CCB, Ribeiro JD. Relationship between physiological dead-space/tidal volume ratio and gas exchange in infants with acute bronchiolitis on invasive mechanical ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8: 372-7.
15. Ely EW, Baker AM, Evans GW, Haponik EF. The prognostic significance of passing daily screen of breathing spontaneously. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 25: 581-7.
16. 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. Evidence Based Guidelines for Weaning and Discontinuing Ventilatory Support. Chest 2001; 120: 375-95.*
17. Sandberg K, Sjoqvist BA, Hjalmarson O. Efficiency of ventilation in neonatal pulmonary maladaptation. *Acta Paediatr* 1987; 76: 30-6.
 18. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH. Pulmonary dead space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2002; 346: 1281-6.
 19. Gürsel G, Taneri F, Türkteş H. Akut solunum sıkıntısı sendromunda mekanik ventilasyon tedavisinde yüksek PEEP düzeyleri ile recruitment manevrası uygulamasının etkinliğinin karşılaştırılması. *Toraks Dergisi* 2007; 8: 92-6.
 20. Cepkova M, Kapur V, Ren X, et al. Pulmonary dead space fraction and pulmonary artery systolic pressure as early predictors of clinical outcome in acute lung injury. *Chest* 2007; 132: 836-42.
 21. Fletcher R, Jonhson B. Deadspace and the single breath test for carbondioxide during anaesthesia and artificial ventilation: effects of tidal volume and frequency of respiration. *Br J Anaesth* 1984; 56: 109-19.