

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**MEKANİK VENTİLASYON UYGULANAN YOĞUN BAKIM  
HASTALARINDA PROTEİNDEN ZENGİN ENTERAL  
NÜTRİSYONUN DİYAFRAM KALINLIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ULTRASONOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Damla HEPDUMAN**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN**

**DENİZLİ – 2019**



**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**MEKANİK VENTİLASYON UYGULANAN YOĞUN BAKIM  
HASTALARINDA PROTEİNDEN ZENGİN ENTERAL  
NÜTRİSYONUN DİYAFRAM KALINLIĞI ÜZERİNE ETKİSİNİN  
ULTRASONOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. Damla HEPDUMAN**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN**

**DENİZLİ – 2019**

Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN danışmanlığında Dr. Damla HEPDUMAN tarafından yapılan “ Mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında proteinden zengin enteral nütrisyonun diyafram kalınlığı üzerine etkisinin ultrasonografi ile değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışması gün.27/ay.03/yıl2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı’nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN

Prof. Dr. Hülya Sungurtekin

ÜYE

Prof. Dr. Simay Koraduman

ÜYE

Prof. Dr. İbrahim Kurt

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. gün.24/ay.03/yıl2020

Prof. Dr. Osman Çiftçi  
Pamukkale Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Dekanı

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle mesleki gelişimime büyük katkı sağlayan ve tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan, beni destekleyen başta tez danışmanım sayın Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN olmak üzere, değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Simay KARADUMAN' a, sayın Prof. Dr. Rıza Hakan ERBAY' a, sayın Prof. Dr. Erkan TOMATIR' a, sayın Prof. Dr. Ercan Lütfi GÜRSES' e, sayın Doç. Dr. Habib ATALAY' a, sayın Dr. Öğretim Üyesi Aslı METE' ye, sayın Dr. Öğretim Üyesi İlknur AKBUDAK' a ,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalıştığım, acı tatlı birçok anıları birlikte yaşadığımız, her konuda birbirimize destek olduğumuz değerli asistan arkadaşlarıma, yoğun bakım yandal asistanlarına, tüm yoğun bakım ünitesi hemşireleri ve klinik personeline, ameliyathanede anestezi teknikeri arkadaşlarıma ve ameliyathane çalışanlarına,

Sahip olduğum tüm güzel şeyleri borçlu olduğum, her zaman sonsuz sevgisi ve sabrı ile maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili annem, babam ve ablam Pınar'a,

Sevgi ve saygılarımla sonsuz teşekkür ederim...

Dr. Damla HEPDUMAN

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ ONAY FORMU.....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
ÖZET .....	xi
SUMMARY .....	xii
GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
Solunum Fizyolojisi.....	3
Diyaframın Anatomisi ve Fonksiyonu.....	3
Akciğerlerdeki Havanın Hareketini Sağlayan Basınçlar.....	4
Plevral Basınç ve Solunum Sırasındaki Değişiklikler .....	4
Alveolar Basınç ve Transpulmoner Basınç .....	5
Akciğerlerin Kompliyansı.....	5
Havayolu Direnci.....	5
Solunum Yetmezliği .....	6
Mekanik Ventilasyon .....	6
Tanım.....	6
Amaç .....	6
Mekanik Ventilasyon Endikasyonları .....	7
Mekanik Ventilatörde Ayarlanması Gereken Parametreler.....	8
Mekanik Ventilasyon Modları .....	8
Mekanik Ventilasyon Komplikasyonları.....	9
Mekanik Ventilasyona Bağlı Gelişen Diyafram Atrofisi ve Disfonksiyonu .....	9
Diyafram Ultrasonografisi .....	12
Yoğun Bakımda Nutrisyon.....	17
Yoğun Bakım Ünitesinde Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi.....	20

<b>GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
<b>Ultrason ile Diyafram Kalınlığı Ölçümü.....</b>	<b>23</b>
<b>İndirekt Kalorimetri Ölçümü .....</b>	<b>23</b>
<b>Üst Orta Kol Çevresi Ölçümü .....</b>	<b>24</b>
<b>İstatistiksel Analiz .....</b>	<b>24</b>
<b>BULGULAR.....</b>	<b>25</b>
<b>TARTIŞMA.....</b>	<b>33</b>
<b>SONUÇ .....</b>	<b>42</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>EK 1. HASTA DEĞERLENDİRME FORMU.....</b>	<b>49</b>

## KISALTMALAR

A/C	: Asist Kontrollü Ventilasyon
ALS	: Amyotrofik Lateral Skleroz
ARDS	: Akut Respiratuar Distres Sendromu
ASV	: Adaptif Destekli Ventilasyon
BIPAP	: Çift Düzeyli Pozitif Havayolu Basıncı
CMV	: Sürekli Zorunlu Ventilasyon
CPAP	: Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı
DD	: Diyafram Disfonksiyonu
F	: Solunum Frekansı
FiO <sub>2</sub>	: İnspire Edilen O <sub>2</sub> Konsantrasyonu
FRC	: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
İ/E oranı	: İnspiryum Ekspiryum Oranı
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
MV	: Mekanik Ventilasyon
Pao	: Hava Yolu Başlangıcı
Pal	: Alveol İçi Basınç
PAV	: Orantılı Yardımlı Ventilasyon
PCV	: Basınç Kontrollü Ventilasyon
PEEP	: Pozitif Ekspiryum Sonu Basıncı
Ppik	: Pik İspirasyon Basıncı
PRVC	: Basınç Ayarlı Volüm Kontrollü Ventilasyon
SIDD	: Sepsis Kaynaklı Diyafram Fonksiyon Bozukluğu
SIMV	: Senkronize Aralıklı Zorunlu Ventilasyon
TV	: Tidal Volüm
USG	: Ultrasonografi

VCV	: Volüm Kontrollü Ventilasyon
VIDD	: Ventilatör Kaynaklı Diyafram Fonksiyon Bozukluğu
VS	: Volüm Support



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

<b>Şekil 1.</b>	Ultrason ile apozisyon zonununda diyafram kalınlığının değerlendirilmesi .....	14
<b>Şekil 2.</b>	MCL, midklaviküler çizgi; AAL, anterior aksiller çizgi; PAL, posterior aksiller çizgi .....	14
<b>Şekil 3.</b>	[1], diyafragmatik ekskürsion (cm); [2], inspirasyon süresi (sn); [3,] inspirasyon + ekspirasyon süresi (sn); [4] diyafram kasılma hızı (cm/s).....	15
<b>Şekil 4.</b>	Diyafram, üç katmanlı bir yapı .....	16
<b>Şekil 5.</b>	Ultrason ile diyafram kalınlığı ölçümü .....	23

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

<b>Tablo 1.</b>	Tek taraflı diyafram disfonksiyonu nedenleri.....	10
<b>Tablo 2.</b>	Bilateral diyafram disfonksiyonu nedenleri.....	10
<b>Tablo 3.</b>	Diyaframın ultrasonunda normal değerler .....	17
<b>Tablo 4.</b>	Hastaların demografik bulguları .....	25
<b>Tablo 5.</b>	Yoğun bakımda yatış nedenlerine ilişkin dağılım .....	25
<b>Tablo 6.</b>	Ek hastalık durumlarına ilişkin dağılım.....	26
<b>Tablo 7.</b>	Enfeksiyon durumuna ilişkin dağılım.....	26
<b>Tablo 8.</b>	Enteral nütrisyon durumuna göre bazı değişkenlere ilişkin analiz sonuçları.....	27
<b>Tablo 9.</b>	Hastaların diyafram kalınlıklarının enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirmesi.....	28
<b>Tablo 10.</b>	Hastaların enteral nutrisyon durumlarına göre diyafram kalınlıklarının ölçüm zamanına göre değişim analizi.....	28
<b>Tablo 11.</b>	Hastaların üst kol çevre değerlerinin enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirmesi.....	29
<b>Tablo 12.</b>	Hastaların protein düzeylerinin enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirmesi.....	30
<b>Tablo 13.</b>	Hastaların enteral nütrisyon protein seviyelerinin ölçüm zamanına göre değişim analizi .....	31
<b>Tablo 14.</b>	Hastaların Apache 2, NRS2002 ve Enerji gereksinimi düzeylerinin protein düzeylerine göre değerlendirmesi.....	31
<b>Tablo 15.</b>	MV Parametre bulguları .....	32
<b>Tablo 16.</b>	Hastaların albümin düzeylerinin enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirmesi.....	32

## ÖZET

### **Mekanik Ventilasyon Uygulanan Yoğun Bakım Hastalarında Proteinden Zengin Enteral Nütrisyonun Diyafram Kalınlığı Üzerine Etkisinin Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi**

Dr. Damla HEPDUMAN

Yoğun bakım tedavisinin önemli bir parçası nütrisyonudur. Eğer hasta fonksiyon gören bir bağırsak sistemine sahip ise, ancak nütrisyon gereksinimlerini karşılamada isteksiz ya da yetersiz durumdaysa enteral nütrisyon tedavisi başlanmalı vücut gereksinimleri karşılanmalıdır. Yetersiz protein alımı ve artmış protein kaybı, diyafram başta olmak üzere solunum kaslarının zayıflamasına, yapı ve fonksiyonlarında bozulmaya sebep olur.

Çalışmada yoğun bakımda invaziv mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda proteinden zengin enteral nütrisyon ve standart enteral nütrisyon desteği uygulanmıştır. Bu uygulamanın diyafram kalınlığı üzerine etkisi ultrasonografi kullanarak araştırılmıştır. Bunun yanında, yoğun bakımda indirekt kalorimetre kullanarak enerji gereksinim ölçülmesi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Ünitelerinde 2018 Ocak – Aralık tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Standart ve yüksek protein desteği alan hastalar iki grupta değerlendirilmiştir. Hastaların diyafram kalınlığı ultason ile ölçülmüş, indirekt kalorimetre ile günlük enerji gereksinimleri hesaplanmıştır.

Çalışmanın sonucunda, proteinden zengin enteral nütrisyon uygulanan hastaların diyafram kalınlıklarında azalmanın minimal farkla daha az olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, indirekt kalorimetri ölçümlerinin kritik hastalarda optimum nütrisyon desteği için gerekli olduğunu saptanmıştır. Mekanik ventilasyon, hastanede yatış ve yoğun bakımda kalış süresi açısından her iki enteral nütrisyon grubunda anlamlı fark olmadığı ve diyafram ultrasonografisinin yoğun bakımda kolay ve uygulanabilir olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Enteral Nütrisyon, Diyafram Kalınlığı, Yüksek Protein Desteği, Ultrasonografi

## SUMMARY

### **Evaluation of the Effect of Protein-Rich Enteral Nutrition on Diaphragm Thickness in Mechanically Ventilated Intensive Care Patients by Ultrasonography**

Damla HEPDUMAN M.D.

Nutrition is an important part of intensive care treatment. If the patient has a functioning bowel system but is unwilling or insufficient to meet the nutritional requirements, enteral nutrition therapy should be initiated and the body requirements must be met. Insufficient protein intake and increased protein loss lead to weakening of the respiratory muscles, especially the diaphragm, and impaired structure and function.

In this study, protein-rich enteral nutrition and standard enteral nutrition support were applied in patients who underwent invasive mechanical ventilation in the intensive care unit. The effect of this application on the diaphragm thickness was investigated using ultrasonography. In addition, energy requirement measurement was performed by using indirect calorimetry in intensive care unit.

This study was conducted between January - December 2018 in Intensive Care Units, Department of Anesthesiology and Reanimation, Pamukkale University Medical Faculty Hospital. Patients were evaluated in two groups which receive standard and high protein supplements. Diaphragm thickness of patients was measured with ultrasound and daily energy requirements were calculated with indirect calorimeter.

As a result of the study, it was observed that the decrease in the diaphragm thickness of the patients who underwent protein-rich enteral nutrition was less minimal difference. In addition, indirect calorimetry measurements were found to be necessary for optimum nutritional support in critically patients. It was found that there was no significant difference between the two groups in terms of duration of mechanical ventilation, hospital stay and intensive care unit, and diaphragm ultrasonography was easy and feasible in intensive care unit.

**Keywords:** Enteral Nutrition, Diaphragm Thickness, Protein-rich Nutrition, Ultrasonography

## GİRİŞ VE AMAÇ

Mekanik ventilasyon yoğun bakım ünitelerinde en önemli destek tedavilerinden biridir. Ancak mekanik ventilasyon uygulaması iki ucu keskin bıçak gibidir. Yoğun bakımlarda hayat kurtarıcı tedavilerden birisi olmakla birlikte, pek çok komplikasyonu beraberinde getirir.

Mekanik ventilasyonun barotravma, ventilatör ilişkili pnömoni, ventilatör ilişkili akciğer hasarı gibi istenmeyen etkileri olabilmektedir. Literatürde, insan ve hayvan çalışmalarında mekanik ventilasyonun solunum kasları üzerinde olumsuz etkileri olduğu ve diyafram kasında atrofi ve disfonksiyona yol açtığı ileri sürülmüştür. Mekanik ventilasyon kas liflerinin atrofisine ve hasarına neden olmaktadır. Buna bağlı diyafram kasının güç kapasitesi azalır (1).

Diyafram, ventilasyonun temel kasıdır ve vital kapasitenin yaklaşık %65-80' inden tek başına sorumludur. Diyafram disfonksiyonu, çeşitli respiratuvar komplikasyonlara zemin hazırlar. Diyafram disfonksiyonu *weaning* süresinin uzamasına, yoğun bakımda kalış süresinin ve mortalitenin artmasına neden olmaktadır (1).

Diyafragmatik disfonksiyonu değerlendirmek günlük klinik uygulamada, özellikle yoğun bakım hastalarında zordur. Bu bakımdan diyafram ultrasonografisi, yatak başı uygulanabilen, güvenli, noninvaziv bir tekniktir ve son dönemde, yoğun bakım hastalarında değerli bir araç haline gelmiştir (1).

Yoğun bakım tedavisinin bir diğer önemli parçası nütrisyonudur. Eğer hasta fonksiyon gören bir bağırsak sistemine sahip, ancak nütrisyon gereksinimlerini karşılamada yetersiz ise enteral nütrisyon tedavisi başlanmalı, vücut gereksinimleri karşılanmalıdır. Enerji, protein ve diğer besin öğelerinin yetersiz veya düzensiz alımı durumunda malnütrisyon gelişir. Özellikle mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında malnütrisyon sık görülür ve organ yetmezliklerine yol açar. Yetersiz protein alımı ve artmış protein kaybı, diyafram başta olmak üzere solunum kaslarının zayıflamasına, yapı ve fonksiyonlarında bozulmaya sebep olur. Bu yüzden, yeterli nütrisyon ve enerji ihtiyacının doğru bir şekilde saptanması, yoğun bakım hastaları için oldukça önemlidir (2). Günlük pratikte çok yaygın olmamasına rağmen, enerji gereksinimi en iyi indirekt kalorimetre ile belirlenebilir.

İndirekt kalorimetre yöntemi noninvaziv, güvenilir bir yöntemdir ve enerji gereksiniminin belirlenmesinde günümüzde altın standart olarak kabul edilmektedir.

İndirekt kalorimetrenin kullanımı geçmişte araştırma sahalarında sınırlıyken, teknik gelişmeler taşınabilir ve güvenilir ekipmanların geliştirilmesini sağlamış, indirekt kalorimetre klinik kullanımdaki yerini almıştır (3).

Bu çalışmada amacımız, yoğun bakımda invaziv mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda proteinden zengin enteral nütrisyon ve standart enteral nütrisyon desteği uygulamasının, diyafram kalınlığı üzerine etkisini ultrasonografi kullanarak araştırmak ve yoğun bakımda indirekt kalorimetre kullanarak enerji gereksinimini ölçerek optimum nütrisyon tedavisi sağlamaktır.

## GENEL BİLGİLER

### Solunum Fizyolojisi

Solunum sistemi, göğüs kafesini oluşturan kemikler ve kaslar ile bu taşıyıcı yapı içinde yer alan iletici havayolları ve akciğerlerden oluşur. Bu sistemin temel görevi, vücutla dış ortam arasında gaz alışverişini uygun bir şekilde sağlamaktır. Bu görevin başarılabilmesi için, atmosferik havanın alveollere ulaşması (ventilasyon), kanın akciğerlere ulaşması (perfüzyon) ve kapillerler ile atmosferik hava arasında gaz geçişinin (difüzyon) uygun şekilde devam etmesi gerekir (4).

Normal sakin bir solunum neredeyse tamamen diyaframın hareketiyle gerçekleşir. İnspirasyonda diyafram kasılır ve akciğerleri aşağı çeker. Ekspirasyonda ise diyafram basitçe gevşer, göğüs duvarı, abdominal yapılar ve akciğerler elastik bir şekilde geri çekilirken (*recoil*) akciğerlere baskı artar ve hava dışarı atılır (5).

### Diyaframın Anatomisi ve Fonksiyonu

Diyafram göğüs ve karın boşluklarını birbirinden ayıran kubbe şeklinde bir kastır. Aynı zamanda göğüs boşluğunun tabanını oluşturur. Kasın dış bükey kısmı göğüs boşluğuna doğru yönelir. Kasın periferik kısmından başlayan kas lifleri merkeze doğru uzanarak birbirleriyle ortada birleşip *centrum tendineum* adında kirişsel bir yapı oluştururlar.

Diyafram önden bakıldığında sağ ve sol olmak üzere iki kubbelidir. Sağdaki kubbe beşinci kaburganın üst kenarına kadar yükselirken soldaki kubbe beşinci kaburganın alt kenarına kadar ulaşabilir. *Centrum tendineum* ise *synchondrosis xiphosternalis* seviyesindedir. *Centrum tendineum*da kalp, kubbelerde ise sağ ve sol akciğer yer alır. Normal inspirasyon süresince kasılan kaslar diyafram, eksternal interkostal kaslar ve internal interkostal kasların interkondral kısmıdır. Diyafram, inspirasyonun en önemli kası olup solunum hareketlerinin %70'ini sağlar. Diyafram dış kenarında göğüs boşluğunun yan duvarlarına tutunarak göğüs boşluğunu kapalı bir kutu durumuna getirir. Kubbe şeklindeki diyaframın kasılması *centrum tendineumu* aşağıya

doğru çekerek kubbenin düzleşmesine yol açar. Böylece göğüs boşluğunun ön arka çapının genişlemesi ve boyunun artması sağlanır. Bu, göğüs boşluğu hacmini artırarak basıncın düşmesine neden olur. Diyaframın sadece 1 cm aşağı inmesi toraks hacminde yaklaşık 270 ml'lik bir artışa neden olur. Sakin solunumda diyafram üst sınırı 1,5-2,5 cm aşağı iner, güçlü solunumda ise üst sınır 10 cm kadar aşağıya inebilir. Diyafram miksiyon, defekasyon ve doğum sırasında kasılarak karın içi basınç artışına, torakoabdominal bir pompa gibi çalışarak intratorasik basıncın azalmasına neden olur. Diyaframın pozisyonu solunumun evresine ve şiddetine, karın organlarının doluluğuna, vücudun pozisyonuna bağlı olarak değişir. Oturan veya ayakta duran kişide diyafram aşağıya doğru inerken, fazla yemek yenmesi veya sırt üstü yatılması durumunda diyafram yukarıya doğru yükselir. Birey sırt üstü yatar durumundayken intraabdominal organları diyaframı toraksa doğru ittiğinden dolayı diyafram en yüksek pozisyonudadır. Bu durum solunum sıkıntısı çeken bir hastanın neden uzanma yerine dik durmayı tercih ettiğini gösterir (6, 7).

### **Akciğerlerdeki Havanın Hareketini Sağlayan Basınçlar**

Akciğerler balon gibi sönebilecek elastik bir yapıdadır. Aynı zamanda, akciğerler ile göğüs kafesi arasında, hiler bölge dışında, herhangi bir bağlantı yoktur. Akciğerler göğüs boşluğunda, etrafını saran plevral sıvının kayganlaştırıcı etkisiyle hareket eder ve bu boşlukta yüzer. Dahası, viseral ve pariyetal plevra arasındaki fazla sıvının lenfatik kanallardan sürekli olan drenajı, düşük basınçlı bir vakum etkisi yapar. Bu sebeple, akciğerler göğüs boşluğuna yapıştırmış gibi durur ve göğüs kafesi genişleyip daraldıkça bu kayganlaştırıcı sıvının içinde serbestçe hareket eder (5).

### **Plevral Basınç ve Solunum Sırasındaki Değişiklikler**

Plevral basınç; akciğerler (viseral plevra) ve göğüs duvarı plevrası arasındaki boşlukta yer alan sıvının yarattığı hafif negatif bir basınçtır. İnspiryumun başında normal plevral basınç (-5) cm H<sub>2</sub>O'dur ve bu akciğerleri dinlenirken açık tutmak için yeterli basınçtaki emilim gücüdür. İnspiryuma devam ederken göğüs kafesinin genişlemesi akciğerleri dışarı iter ve ortalama negatif basınç etkisi yaklaşık (-7.5) cm H<sub>2</sub>O'ya yükselir (5).



## **Alveolar Basınç ve Transpulmoner Basınç**

Alveolar basınç, akciğer alveollerinin içindeki havanın basıncıdır. Glottis açıldığında akciğerlere hava giriş çıkışı olmazsa, akciğer ve solunum sistemi ağacının alveollerine kadar olan basınç, atmosferik basınca eşittir ve bu da '0'cm H<sub>2</sub>O'dur. İnspiryumda alveollerin içine çekilecek şekilde hava akımı yaratmak için, alveollerdeki basınç hafifçe atmosferik basıncın altına-yaklaşık (-1) cm H<sub>2</sub>O düşmelidir. Bu hafif negatif basınç 2 saniyede 0,5 litre havayı akciğerlere çekmek için yeterlidir. Ekspiryum sırasında ise tam tersi gerçekleşir. Alveolar basınç (+1) cm H<sub>2</sub>O'ya yükselir ve 2-3 saniye içinde akciğerlerden 0,5 litre hava dışarı verilir.

Plevral basınç ve alveolar basınç arasındaki farka transpulmoner basınç denir. Akciğerlerin dış yüzeyindeki basınç ile alveollerin içindeki basıncın farkıdır (5).

## **Akciğerlerin Kompliyansı**

Kompliyans; her birim basınç artışının neden olduğu volüm artışı olarak ifade edilir. Bir başka tanımlama ile; esneyebilme kabiliyetidir. Kompliyansın yüksek olması alveollerin genişleme kabiliyetinin yüksek olduğunu gösterir. Total akciğer kapasitesine kadar yapılan şişirme sırasında kaydedilen basınç-hacim eğrisinin eğimi kompliyansı vermektedir. Normal şartlarda akciğerlerin statik kompliyansı 200ml / cmH<sub>2</sub>O' dur. Akciğer hacminin normalden daha az veya daha çok olduğu durumlarda kompliyans azalır. Sürfaktan eksikliği ile yüzey geriliminin artması, akciğer ödemi, pulmoner fibrozis, obezite, supin pozisyon, asit varlığı kompliyansı azaltırken, ileri yaş ve amfizem gibi durumlarda kompliyans artar (8).

## **Havayolu Direnci**

Solunum sisteminde tüp şeklindeki yapıların içinde belli bir akım hızı oluşturmak için gerekli olan basınç miktarı dirençtir. Direnci belirleyenler; tüpün çapı, tüpün boyu, akımın niteliği ve tüpten geçen gazın viskozitesidir. Bronkospazm, mukus tıkaçı, ödem, inflamasyon ve akciğer volümünü azaltan; obezite, intrabdominal basınç artışı, supin pozisyon gibi durumlar havayolu direncinin artmasına sebep olacaktır (8).

## **Solunum Yetmezliği**

Solunum yetmezliği, metabolizmanın ihtiyacını karşılamak için gerekli olan O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> değişiminin yetersiz kalması sonucu ortaya çıkan durumdur. Solunum yetmezliği iki grupta incelenmektedir:

**Tip 1 (Hipoksemik) Solunum Yetmezliği:** Solunum yetmezliğinin en sık görölen formudur. Genellikle akut gelişir ve akciğerle ilgili hastalıklarda oksijenasyon bozukluğu sonucunda ortaya çıkar. Hipoksemik solunum yetmezliğinde, PaO<sub>2</sub> 60 mmHg'nın altına iner.

**Tip 2 (Hiperkapnik) Solunum Yetmezliği:** Hiperkapnik solunum yetmezliği, solunum işinde artma ve solunum kas yorgunluğu sonucunda oluşun ventilasyon bozukluğundan kaynaklanır. Hiperkapnik solunum yetmezliğinde, PaCO<sub>2</sub> 45 mmHg'nın üzerine çıkar ve hipoksemi görülür. Hiperkapni, arteryel kan pH'sını düşürür ve akut respiratuar asidoz gelişir (8).

Yoğun bakım ünitesine yatan hastaların büyük çoğunluğu ya direk solunum yetersizliği ile gelir ya da yoğun bakımda yatışı sırasında solunum yetmezliği gelişir. Yoğun bakımda solunum yetmezliği gelişme oranı da oldukça yüksektir (8).

## **Mekanik Ventilasyon**

### **Tanım**

Mekanik ventilasyon, soluması yetersiz veya olmayan hastalarda düzelene kadar, (bazı durumlarda hayat boyu) soluma işlevinin, istediğimiz parametrelere göre cihazlarla yaptırılmasıdır. Bu cihazlara da yapay solutma cihazı-mekanik ventilatör denir. Mekanik ventilasyon, kritik hastalık bakımında kullanılan en önemli destek tedavilerinden biridir. Soluma yetersizliğine neden olan akut ve kronik çoğu hastalık esnasında, solunum dürtüsünün eksikliğinde veya solumak için nöromüsküler yeteneğin bozulduğu durumlarda hayat kurtarıcı olabilmektedir (8, 9).

### **Amaç**

Mekanik ventilasyonda amaç, hayatı tehdit eden hipoksemiye ve asidozu kabul edilebilir düzeyler kadar düzeltmek, hastanın şikayetlerini azaltmak, soluma işini

azaltmak ve soluma kaslarının yorgunluğunu önlemek olarak sıralayabiliriz. Mekanik ventilasyonun amaçları, 1993 yılında yapılan mekanik ventilasyon konsensüs konferansında aşağıdaki gibi sıralanmıştır (8).

### 1. Mekanik ventilasyonun fizyolojik amaçları

#### *A) Akciğer gaz değişimini desteklemek veya sağlamak*

- 1) Alveolar ventilasyon (arteriel PCO<sub>2</sub> ve Ph)
- 2) Arter oksijenlenmesi (PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>)

#### *B) Akciğer hacimlerini arttırmak*

- 1) İnspirasyon sonu akciğer hacmi
- 2) Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC)

#### *C) Soluma işini azaltmak veya ortadan kaldırmak*

- 1.) Soluma kaslarını dinlendirmek

### 2. Klinik amaçları

- 1) Hipoksemiye düzeltmek (SaO<sub>2</sub> > %90 üzerinde tutmak)
- 2) Akut solunumsal asidozu düzeltmek (normal PaCO<sub>2</sub> düzeyinden ziyade)
- 3) Solunum sıkıntısını ortadan kaldırmak
- 4) Atelektazileri önlemek veya ortadan kaldırmak
- 5) Soluma kasları yorgunluğunu ortadan kaldırmak
- 6) Sedasyon ve / veya nöromüsküler bloğa imkan tanımak
- 7) Sistemik veya miyokardın oksijen tüketimini azaltmak
- 8) Kafa içi basıncını düşürmek

### **Mekanik Ventilasyon Endikasyonları**

#### 1. Genel fizyopatolojik endikasyonlar:

- Apne,
- Akut solunum yetersizliği (PaCO<sub>2</sub> > 50 mmHg ve pH < 7.30),
- Tedaviye dirençli hipokarbi ve asidoz,

- Ağır hipoksemi ( $PaO_2 < 60$  mmHg  $SaO_2 < 90$ ,  $FiO_2 > \%60$ ),
- Ağır solunum sıkıntısının klinik bulguları (bilinç kaybı, dispne, takipne, paradoksal solunum gibi).

2. Sık rastlanan klinik endikasyonlar:

- Akut solunum yetersizliği (akut respiratuar distres sendromu (ARDS), kalp yetmezliği, pnömoni, sepsis, cerrahi komplikasyonlar, travma) (%66),
- Koma (%15),
- Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) alevlenmeleri (%13),
- Nöromusküler bozukluklar (%5)

### **Mekanik Ventilatörde Ayarlanması Gereken Parametreler**

Mekanik ventilasyon tedavisinde ventilatörde inspire edilen O<sub>2</sub> konsantrasyonu ( $FiO_2$ ), solunum frekansı (F), tidal volüm (TV), inspiriyum ekspiriyum oranı (I/E oranı), pozitif ekspiriyum sonu basıncı (PEEP), Pik inspirasyon basıncı (P<sub>pik</sub>), inspiratuar plato basıncı (P<sub>plato</sub>) ve tetikleme duyarlılığı (trigger sensitivity) ayarlanır (10,11).

### **Mekanik Ventilasyon Modları**

Mekanik ventilasyonun uygulanma yöntemleri olarak tanımlanan modlar; solunumun başlama, sürdürülme, sonlandırılma şekli ve spontan solunuma izin verme durumu gibi temel özellikler ile belirlenir. Solunumun oluşturulmasına göre modlar hacim veya basınç hedefli olabilir. Mekanik ventilatörün solunum desteğini başlatma şekline göre modlar 3'e ayrılır:

1. Kontrollü mekanik ventilasyon (CMV): *Basınç kontrollü ventilasyon (PCV), Volüm kontrollü ventilasyon (VCV)*

2. Yardımlı ventilasyon: *Asist kontrollü ventilasyon (A/C), Senkronize aralıklı zorunlu ventilasyon (SIMV)*

3. Spontan ventilasyon: Basınç destekli ventilasyon (PSV), Sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) (8, 12).

## **Mekanik Ventilasyon Komplikasyonları**

Mekanik ventilasyon, kritik hastalarda tedavide etkili olduğu kadar, fizyolojiyi değiştiren ve buna bağlı birtakım yan etkileri ve komplikasyonları olan bir yöntemdir. Bu komplikasyonlar 3 grupta sınıflandırılabilir:

### A) Entübasyon ve yapay havayolu sağlanması sırasında ortaya çıkan komplikasyonlar

Hipotansiyon ve hipoksemi, regürjitasyon ve aspirasyon travmatik havayolu komplikasyonları, maksiller sinüzit, faringo-laringeal disfonksiyon, larinks hasarları, trakeal hasarlar

### B) Mekanik ventilasyon uygulaması sırasında görülen komplikasyonlar

Barotravma, ventilatör ilişkili pnömoni, ventilatör ilişkili akciğer hasarı, oksijen toksisitesi, uyku bozukluğu, ventilatör ilişkili diyafram işlev bozukluğu

### C) Mekanik ventilasyonun fizyolojik etkisine bağlı ortaya çıkan komplikasyonlar

Kardiyovasküler yan etkiler, gastrointestinal yan etkiler, renal yan etkiler, kafa içi basınç üzerine etkiler (8, 13).

## **Mekanik Ventilasyona Bağlı Gelişen Diyafram Atrofisi ve Disfonksiyonu**

Diyafram disfonksiyonu (DD), hastalar yoğun bakıma kabul edildiğinde mevcut olabilir veya yoğun bakım ünitesinde kalışı sırasında gelişebilir. Mekanik ventilasyon uygulanan hastaların yaklaşık %60 ında yoğun bakıma gelişinden itibaren 24 saat içinde diyafram disfonksiyonu geliştiği kanıtlanmıştır (1, 14). DD, tek taraflı ya da iki taraflı olabilir. Tek taraflı diyafram disfonksiyonunun ana sebebi kalp, boyun, akciğer cerrahisi ve karaciğer transplantasyonundan sonra gelişen frenik sinir hasarıdır. Tek taraflı diyafram disfonksiyonu, ayrıca brakial pleksus bloğu sonrası, mediastinel, pulmoner malinitelerde lenf basıncı sonucu ve guatr nedeniyle de oluşabilir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Tek taraflı diyafram disfonksiyonu nedenleri

<b>Travmatik yaralanmalar</b>	<b>Kardiyak cerrahi</b>	<b>Servikal cerrahi</b>	<b>Akciğer/kc Transplant</b>	<b>Santral venöz girişimler</b>
Frenik sinir ya da diyaframa bası	Mediyastinal, pulmoner, lenfatik malinyiteler	Guatr	Masif pnomotoraks	Plevral efüzyon
Nörolojik hastalıklar	İnme	MS	Kronik inflamatuvar demiyelinizan polinöropati	Parsonage-Turner Sendromu Rizotomi
Rejyonel anestezi	İnterskalen pleksus bloğu			
İdiyopatik				

Yoğun bakım hastalarında iki taraflı diyafram disfonksiyonu da sık görülmektedir. Bilateral diyafram güçsüzlüğünün bazı nedenleri kolayca tedavi edilmektedir. Bunlar elektrolit bozuklukları (hipokalsemi, hipofosfatemi, hipomagnezemi gibi), endokrin bozukluklar (hipertiroidizm ve hipotiroidizm gibi) ve beslenme bozuklukları olarak sıralanabilir. Kritik hastalarda bilateral diyafram disfonksiyonu, nöromusküler hastalıklara bağlı da olabilmektedir. (frenik sinir iletim yolu üzerine etki eden hastalıklar ya da diyaframı etkileyen miyopatiler vb) *Multiple skleroz, amyotrofik lateral skleroz (ALS) ve Guillan-Barré* sendromu, hastalığın erken evresinde bile diyaframı etkileyebilir. Bilateral diyafram fonksiyon bozukluğunun ana nedenleri aşağıda listelenmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Bilateral diyafram disfonksiyonu nedenleri

<b>Nörolojik hastalıklar</b>	Multiple skleroz	Amyotrofik lateral skleroz	Guillan Barre sendromu	Charcot-Marie-Tooth hastalığı	Kennedy sendromu
<b>Myopati ve distrofiler</b>	Polimiyozit ve dermatomiyozit				
<b>Bağ doku hastalıkları</b>	Sistemik lupus eritematosus	Miks bağ doku hastalıkları			
<b>Elektrolit bozuklukları</b>	Hipokalsemi	Hipofosfatemi	Hipomagnezemi		
<b>Endokrin hastalıkları</b>	Hipotiroidi/hipertiroidi				
<b>Diğer nedenler</b>	Post-viral	amiloidoz	porfiriya	malnütrisyon	Kortikosteroid kullanımı
<b>Sepsis kaynaklı</b>					
<b>Ventilatör kaynaklı</b>					
<b>İdiyopatik</b>					

Yoğun bakıma gelen hastalarda iki taraflı diyafram fonksiyon bozukluğuna yol açabilecek iki özel durum vardır. Bunlar *sepsis kaynaklı diyafram fonksiyon bozukluğu* (SIDD) ve *ventilatör kaynaklı diyafram fonksiyon bozukluğu* (VIDD) olarak tanımlanır (1).

### **Sepsis Kaynaklı Diyafram Disfonksiyonu (SIDD)**

Sepsis, YBÜ ne başvuruların en önemli nedenlerinden biridir ve çalışmalar, yoğun bakıma gelen hastaların %50 'sinin nöromüsküler hasar belirtileri gösterdiğini ortaya koymaktadır. Sepsiste enfeksiyon başarılı bir şekilde tedavi edilirse, diyafram fonksiyon bozukluğu tersine çevrilebilir. Sepsisin diyafram üzerine etkisinde iki mekanizma söz konusudur: 1) diyaframa kan akışında değişiklik 2) diyaframın kasılma kapasitesinde değişiklik (15,16).

### **Ventilatörün İndüklediği Diyafram Disfonksiyonu (VIDD)**

Ventilatörün İndüklediği Diyafram Disfonksiyonu (VIDD), ilk kez 15 yıl önce Vassilakoulos ve Petrof tarafından ortaya konulmuş, ventilasyonun başlatılmasından sonra diyaframda kuvvet kaybı oluştuğu hipotezi ortaya atılmıştır (1). İnsanlarda VIDD ilk kez 2008'de Levine ve ark. tarafından tanımlanmıştır (17). Levine ve ark. çalışmalarında, beyin ölümü olan 14 organ donörü hasta ile torasik cerrahi geçirmiş 8 hastanın diyafram biyopsilerini karşılaştırmış ve hastalarda 18-69 saatlik tam diyafragmatik inaktivite ve mekanik ventilasyon kombinasyonunun diyafram myofibrillerinde belirgin atrofiye yol açtığını göstermiştir. Bu durum, diyaframda inaktivite sırasında artan *proteolizis* ile ilişkilidir.

Bu çalışmalardan önce, insanlarda yenidoğanlarla yapılmış sadece bir retrospektif çalışma ve hayvanlarda sıçanlar ile ilgili bir çalışma VIDD teorisini destekleyen kanıtlar sunmuştur (18). Özetle bu çalışmalar, insanlarda ve hayvanlarda 48 saatlik kontrollü mekanik ventilasyonun anlamlı düzeyde diyafram kütle ve kuvvet kaybına yol açabileceğini ortaya koymuştur. Bunun sebebi, mekanik ventilasyona maruz kalmış diyafram kas liflerinde, artmış reaktif oksijen molekülleri olarak görünmektedir. Reaktif oksijen molekülleri üretiminin baskın bölgesi, protein sentezinde hızlı bir düşüşe neden olan mitokondridir (19). Ancak, bunun henüz VIDD' nin altında yatan mekanizma olduğu kanıtlanmamıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde uzamış mekanik ventilasyon uygulanan hasta sayısı yılda 300.000'den fazladır. Yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilasyon yapılan hastaların %20 ila %25' inde başarısız *weaning* ile karşılaşmakta ve diyafram disfonksiyonu, bunda önemli derecede sorumlu bulunmaktadır (20). Başarısız *weaning*, hastanın yoğun bakım ünitesinde uzun süre kalışına, hastanenin maliyetinin artmasına ve daha yüksek morbidite ve mortaliteye neden olur (20).

Çalışmalar, hem kontrollü mekanik ventilasyonun (CMV) hem de basınç destekli ventilasyonun (PSV) diyafragmatik atrofiye yol açtığını göstermiş ancak PSV'nin diyafram kası atrofisinin minimuma indirilmesinde CMV'ye oranla daha etkili olduğunu ve PSV'de atrofi sürecinin daha yavaş gerçekleştiğini göstermiştir (21). Hastalara kısa süreli spontan solunum denemeleri ve solunum terapisi egzersizleri önerilmektedir (22).

DD, klinik sonuçların önemli bir belirleyicisidir. Diyafram fonksiyonu hastanın asiste edilmeden soluma kapasitesini belirler. DD, mekanik ventilatörden ayrılmayı geciktirir. Uzamış mekanik ventilasyon ve yoğun bakımda yatış süresi, mortalitede artışa ve solunumsal komplikasyonlara (reentübasyon, trakeostomi) yol açar (23).

### **Diyafram Ultrasonografisi**

Ultrasonografi noninvazif, kolayca tekrarlanabilen bir görüntüleme yöntemidir. Yatak başında kullanılabilir, iyonize radyasyona maruz bırakmaz ve yoğun bakım ünitesi dışına hastaların taşınmasını gerektirmez.

Ultrason son dönemde, yoğun bakım ünitesindeki hastaların değerlendirilmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. Şok, travma, akut akciğer hasarı, akut solunum sıkıntısı sendromu gibi çeşitli durumlardaki kritik hastalarda, akciğer ultrasonografisi giderek artmıştır (24).

Ultrasonun yoğun bakımlarda giderek yaygınlaşması mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda diyafram fonksiyonlarının da daha iyi değerlendirilmesini sağlamıştır. Diyafragmatik disfonksiyonu değerlendirmek günlük klinik uygulamada, özellikle yoğun bakım hastalarında zordur. Bu bakımdan ultrasonografi yatak başı uygulanabilen, güvenli bir tekniktir. Diyafram ultrasonografisi; diyafram kasının doğrudan görüntülenmesine ve aktivitesinin değerlendirilmesine izin verir (24).

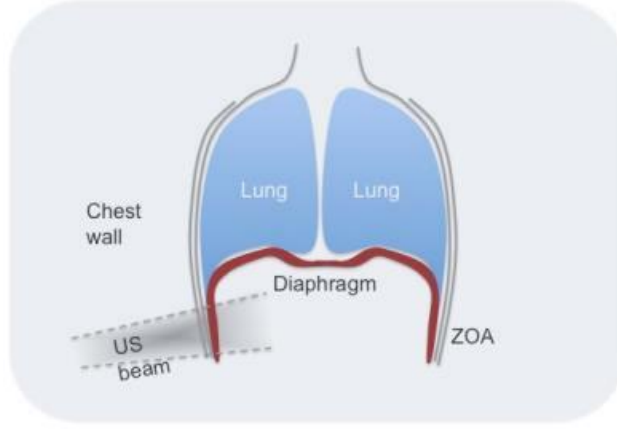


Diyafram hareketinin ya da diyafram kalınlık parametrelerinin ultrasonografik değerlendirmesi; ekstübasyon sonucunu tahmin edebilir (24). Diyafram statik kalınlığı (ekspiryum sonu) MV uygulanan hastalarda azalır (25, 26). Kesme değerlerinin klinik kullanıma geçmesi için yeterli çalışma olmamasına rağmen kabul edilen görüş ekspirasyon sonu kalınlığın 0.2cm altında olmasının diyafram atrofisi olarak yorumlanmasıdır (25, 26).

Ultrasonografi (USG), temel olarak ultrases dalgalarının dokudaki yayılma hızları ve yansıma özelliklerinden yararlanarak görüntü elde etmek olarak tanımlanabilir. Ultrasonografik görüntüleme 1 ile 20 MHz aralığındaki ses dalgaları kullanılır ve piezoelektrik olayından yararlanır. Bu olay tımalin, kuartz ve topaz gibi bazı kristallerin elektrik enerjisi verildiğinde oluşan voltaj farkı sonucu genişleyip daralarak titreşmeleri ve ultrases oluşturmaları, kendilerine gelen ses dalgasının etkisi ile komprese olarak da elektrik enerjisi oluşturmalarıdır.

Üretilen bu elektriksel uyarının, USG cihazının işlemcisinde görüntü haline çevrilmesiyle süreç tamamlanır. Bu şekilde enerji çevirici maddelere transdüser (çevirici), transdüseri taşıyan başlığa ise prob adı verilir. Prob içerisindeki transdüser aracılığıyla dokulara gönderilen ve geri yansıyan ses dalgaları elektronik sinyallere dönüştürülür ve A-mod (Amplitüd-şiddet modu), B-mod (Brightness-parlaklık modu) veya M-mod (Motion-hareket modu) ile görüntülenebilir (27).

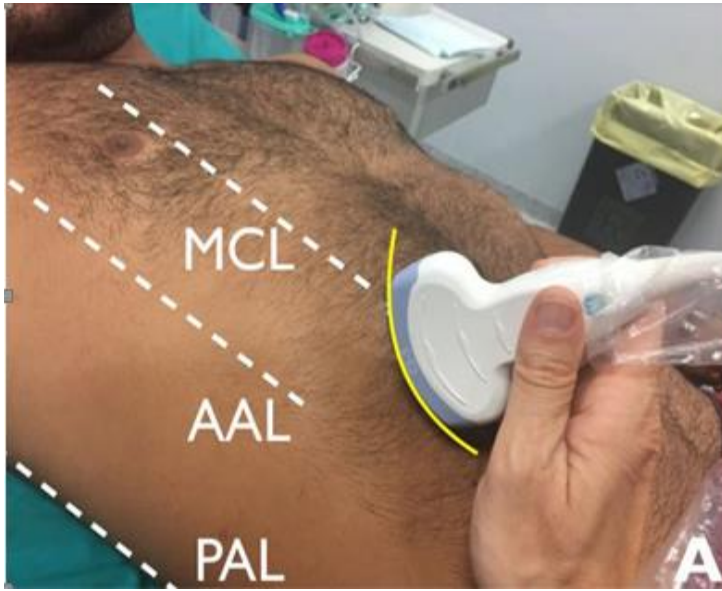
Diyaframın merkezindeki (kubbenin zirvesi), kasılma yapmayan ve değiştirilemeyen bölgeye *centrum tendineum* adı verilir ve *centrum tendineumdan* çıkan müküler lifler arkadan ön kısma radyal bir şekilde uzanır. Bu lifler T5 ten T12 ye kadar kostaların arka yüzlerinde sonlanır. Diyafram ve kostalar arasındaki bağlantı bölgesi *apozisyon zonu* (*zone of apposition-ZOA*) olarak adlandırılır. Kasılma sırasında müküler lifler kısalır, bu da apozisyon zonunda diyafram duvarında kalınlaşmaya yol açar ve bu da diyaframın inspirasyon sırasında kaudal olarak hareket etmesini sağlar (1) (Şekil 1).



**Şekil 1.** Ultrason ile apozisyon zonunda diyafram kalınlığının değerlendirilmesi

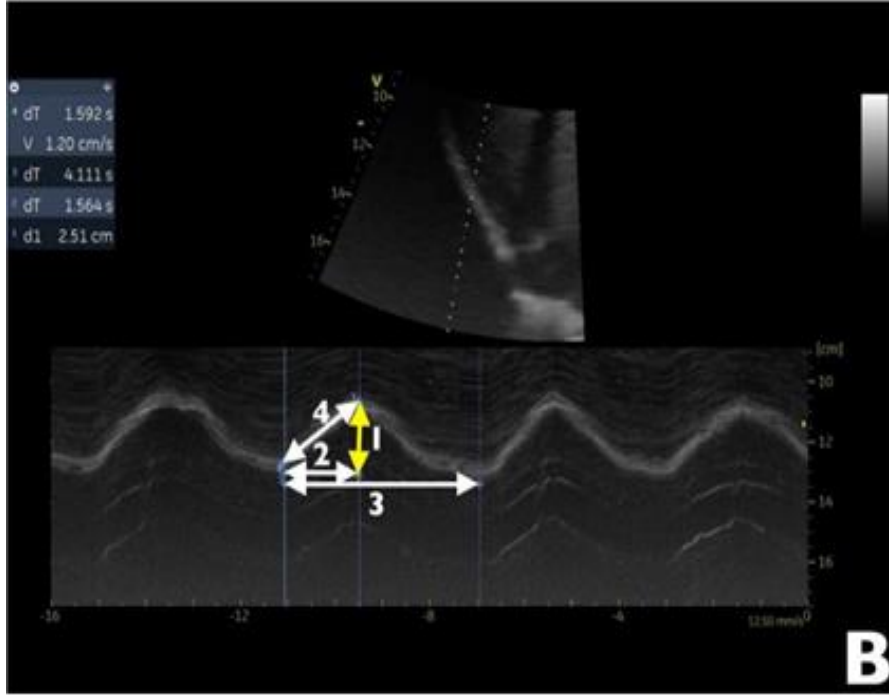
Ultrason ile diyafram görüntülemesi M-mod ve B-mod da yapılabilir. Diyafram ultrasonografisi; diyafram kasının doğrudan görüntülenmesine ve aktivitesinin değerlendirilmesine izin verir (1). Diyafram sürekli hareket halindedir. İnspiryumda geri-aşağıya doğru, ekspiryumda ise ileri- yukarıya doğru hareket eder.

M-modda görüntülemeye, düşük frekanslı (3.5-5 MHz) ultrason probu, (konveks ya da faz dizi probu) midklavikuler hatta sağ kostal martın altında longitudinal planda tutulur. Sağ hemidiyaframı daha iyi görüntülemek için, prob sefale ve dorsale yönlendirilmelidir (Şekil 2).



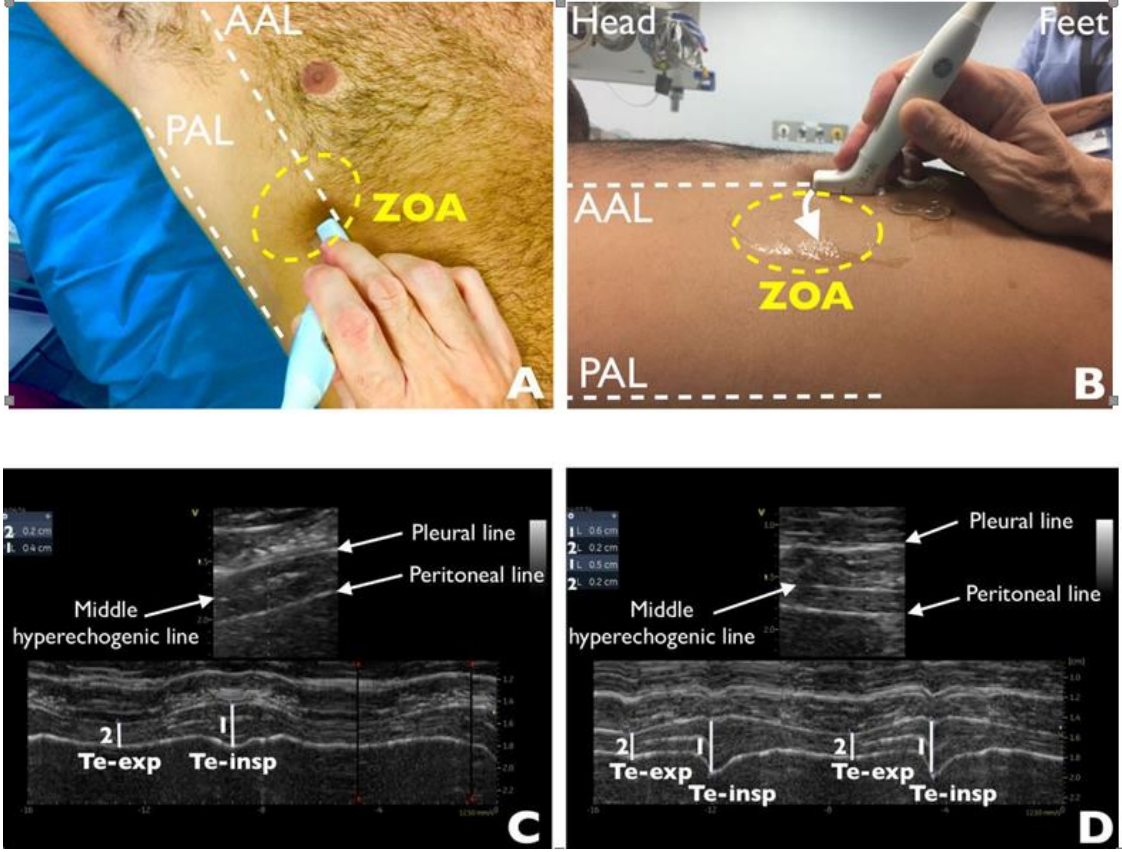
**Şekil 2.** MCL, midklaviküler çizgi; AAL, anterior aksiller çizgi; PAL, posterior aksiller çizgi

M-modda görüntüleme de dalga eğrisi görülür. Elde edilen eğriden, *diyafragmatik ekskürsion* (belli bir ritim içinde aynı hareketin tekrarı) (cm), inspirasyon (T<sub>insp</sub>) ve ekspirasyon (T<sub>exp</sub>) süreleri (saniye) ve diyafram kasılma hızı (eğim, cm / s) ölçülebilir (28, 29) (Şekil 3).



**Şekil 3.** [1], diyafragmatik ekskürsion (cm); [2], inspirasyon süresi (sn); [3,] inspirasyon + ekspirasyon süresi (sn); [4] diyafram kasılma hızı (cm/s).

B modda görüntüleme ile *diyafram kalınlığı* ölçülür. Diyafram kalınlığını ölçebilmek için lineer yüksek frekanslı (>10MHz) prob gerekmektedir. Bu teknik ilk kez 23 yıl önce tanımlanmıştır (31). Diyafram sağ tarafta, akciğerin karaciğere doğru kayma hareketi sırasında görüntülenir. Yüksek frekanslı bir lineer (düz) prob ile midaksiller ya da anteroaksiller çizgi boyunca, 9. ya da 10. interkostal boşluk seviyesinde diyafram görülür. Diyafram, üç katmanlı bir yapı olarak görünür. Diyafram kası, iki paralel hiperekoik çizgi (üstte plevral membran ve altta peritoneal membran) arasında ortasında hiperekojenik çizgi ile hipoekoik görüntülenir (1, 30) (Şekil 4).



**Şekil 4.** Diyafram, üç katmanlı bir yapı

[1] inspiryum sonu kalınlık (Te-insp)(cm); [2], ekspiryum sonu kalınlık (Te-exp)(cm)

AAL, anterior aksiller çizgi; PAL, posterior aksiller çizgi, ZOA, apozisyon zonu (25)

Ayrıca inspiryum sonu diyafram kalınlığı ve ekspiryum sonu diyafram kalınlığı farkı, ekspiryum sonu diyafram kalınlığına bölünerek "diyafram kalınlaşma fraksiyonu" hesaplanabilir.

Kalbin kasılma gücünde ejeksiyon fraksiyonuna benzer şekilde, mekanik ventilasyon sırasında diyaframın gücünü yansıtmak için klinik uygulamada *diyafram kalınlığı* ölçülür. Çalışmalara göre elde edilen normal değerler tablo 3'te verilmiştir (31). Diyafram kalınlığı *weaning* planlanan hastalarda, diyafram fonksiyonu ve solunum iş yüküne katkısını değerlendirmede de yardımcıdır (32).

**Tablo 3.** Diyaframın ultrasonunda normal değerler

Değişkenler		Erkek	Kadın	Çalışmalar
		2,6 (2,1-3,0) mm	2,1 (1,8-2,7) mm	Vivier et al. 2012
Ekskürsiyon	Normal solunum	18 +- 4 mm	16 +- 4 mm	Bousseges et al. 2009
	İstemli koklama	31 +- 6 mm	27 +- 5 mm	
	Derin solunum	75+- 9 mm	64 +- 1 mm	
Kalınlık		2,4 +- 0,8 mm		Goligher et al. 2015
		1,9 +- 0,4 mm		Schepens et al.2015
Kalınlaşma	ekstübasyon tahmini	36%		Ferrari et al.2014
		30%		DiNino et al.2014
		29%		Dube et al.2014
		26%		Pirompanich et al. 2018
		20%		Blumhof et al. 2016

### Yoğun Bakımda Nutrisyon

Nutrisyon vücut doku ve organ fonksiyonunun devamlılığı için gerekli makro (protein, karbonhidrat ve lipid) ve mikro (vitaminler ve mineraller) besinlerin temin edilmesi; malnutrisyon ise yetersiz, dengesiz ya da aşırı alımı sonucu, dokularda yapısal eksikliklerin ve organlarda fonksiyon bozukluklarının ortaya çıkardığı kompleks bir durumdur. Yoğun bakım hastaları malnutrisyona girmeye oldukça yatkın bir hasta grubudur. Malnutrisyon, hastalarda immünolojik fonksiyonu bozar, solunum paternini olumsuz etkiler, *solunum kaslarında (özellikle diyafram) güçsüzlüğe* ve hipoksiye yanıtta bozulmaya neden olarak ventilatör bağımlılığını uzatabilir (33). Ayrıca nozokomiyal enfeksiyon ve multiple organ yetmezliği gibi komplikasyonlara yol açarak hem yoğun bakımda kalış süresinin uzamasına, hem de morbidite ve mortalitede artışa sebep olmaktadır. Bundan dolayı nutrisyon desteği yoğun bakım tedavisinin rutin bir parçası haline gelmiştir ve yoğun bakım hastalarında beslenme yetersizliklerinden korunulması ve tedavi edilmesinde hayati bir öneme sahiptir (34).

Gastrointestinal sistemi fonksiyonel olan hastalar için seçilecek beslenme şekli EN olmalıdır. EN ucuz, güvenli ve daha iyi prognozla birlikte (35). Enteral nutrisyonun organ yetmezliği, hastanede kalış süresi ve enfeksiyon parametreleri üzerinde olumlu etkileri tespit edilmiştir. Enteral yolla beslenmenin intestinal fizyolojinin devamını sağladığı, barsak villus atrofisini önlediği, intestinal permeabilityi azalttığı,

intestinal perfüzyonu uyararak iskemik-reperfüzyon hasarına karşı koruyucu olduğu, çeşitli hasarlara karşı barsak bariyerinin devamlılığını sağladığı, bakteri translokasyonunu önlediği, lokal ve sistemik immün cevabı düzelttiği ve epitelyal proliferasyonu arttırdığı bildirilmiştir (36). ESPEN, 3 gün içinde ağızdan tam doz nütrisyonu başlaması beklenmeyen tüm yoğun bakım hastalarına enteral nütrisyon önermektedir (37). ASPEN’de, hemodinamik olarak stabil yoğun bakım hastalarında 24-48 saat içinde EN'a başlanmasını önermektedir (38).

Standart enteral formüller genel toplumun nütrisyonel gereksinimlerini karşılayacak bir bileşime sahiptirler. Genel olarak, 1,5 L standart enteral formül bir kişinin günlük enerji, protein ve mikronütriyent ihtiyaçlarını karşılar. Standart bir besin profilleri olabilir ya da belli koşullar veya hastalıklar için uyarlanmış besin içeriğine sahip olabilirler. Çoğu standart enteral formül (yüksek enerji ve protein içeren türleri dahil) lif içerirler, laktoz ve gluten içermezler. Tam proteinli-formüller proteini bütün halde içerir, lipidler çoğunlukla uzun zincirli trigliseridler, karbonhidratlar ise esas olarak polisakkarit (örn. maltodekstrin) halinde sağlanır. Enteral formüller çoğunlukla nütrisyonel açıdan eksiksiz ürünlerdir. Peptid ve orta zincirli trigliserid içeren formüller malabsorpsiyon ya da kısa barsak sendromu olan olgularda emilimi kolaylaştırabilir. Hastalığa özgü enteral formüller şeker hastalığı, basınç ülseri, siroz, kanser, böbrek yetmezliği ve akciğer hastalığı gibi hastalığı olan hastaların özel beslenme ve metabolik gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanmıştır (42).

Yoğun bakımda EN'a başlarken standart polimerik formüllerin başlanması önerilmektedir. Standart polimerik formüllerin kalorik dansitesi 1-1,5 kcal/ml'dir (38). EN da günlük kaloringin %45-60'ı karbonhidrattan, %20-35'i yağlardan, %15-20'si proteinlerden sağlanmaktadır.

Kritik hastalık, kas proteini katabolizması ve toplam vücut protein kaybı gibi metabolizmada önemli değişikliklere neden olur. Hastalarda katabolizmanın azaltılması, immün fonksiyon bozukluğu, iskelet kası kaybının önlenmesi, mortalitenin azaltılması için hastalara yeterli miktarda protein verilmesinin zorunlu olduğu düşünülmektedir. Kritik hastaların yüksek protein gereksinimlerine sahip olduğu kabul edilir, ancak bu hastalarda ideal protein hedefi belirsizdir (43). Bununla ilgili kılavuz önerileri mevcuttur (46).

Kılavuzlar kritik hastalarda 1,2-2 g / kg / gün protein veya amino asit verilmesini önermektedir (38). Obez hastalarda, travma hastalarında ise daha yüksek protein dozları (2,0–2,5 g / kg / gün) gerekmektedir. Sistemik bir derlemede ise 2–2,5 g / kg / gün dozun kritik hastalarda optimal olabileceği öne sürülmüştür (43, 46).

Gözlemsel çalışmalar, daha yüksek protein alımının daha iyi sağkalım ve daha kısa süre ventilatöre bağlanma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Yeni yapılan bir gözlemsel çalışma, protein alımının mortalite azalması ile doğrusal ilişkili olduğunu göstermiştir (günlük 1gr fazla protein tüketimi, mortalitede %1 azalma) (46).

Protein alımının kalori alımından daha önemli olabileceğine dair kanıtlar gittikçe artmaktadır. Yakın zamanda yapılan prospektif randomize kontrollü bir çalışmada, hastalara yüksek proteinli (1,7 g / kg / gün) hipokalorik (15 kcal / kg / gün) beslenme stratejisi uygulanmış ve yoğun bakım hastalarında insülin gereksinimini azalttığı gösterilmiştir. Yüksek proteinli hipokalorik beslenme, glukoz kontrolüne yardımcı olabilir (daha az hipoglisemi / hiperglisemi riski), ek insülin ihtiyacını azaltabilir ve YBÜ hastalarında azot dengesini iyileştirebilir (47).

Beslenme desteğinde temel amaç enerji dengesinin sağlanması olmalıdır. Yoğun bakımda yatan hastaların günlük enerji gereksinimleri belirlenirken hastaların günlük enerji tüketimini gösteren tahmini formüller (*Harris Benedict (HB) Formülü*, *Schofield Formülü*) veya indirekt kalorimetre yönteminden yararlanılmaktadır. İndirekt kalorimetre enerji ihtiyacının saptanmasında en hassas yöntemdir. İndirekt kalorimetri, inspire edilen ve ekspire edilen gaz akımları, volümleri ve konsantrasyonlarının ölçümlerini kullanarak oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimini hesaplayan bir tekniktir. Metabolizmada harcanan O<sub>2</sub>, üretilen CO<sub>2</sub> ve azot atılımı ilkesine dayanmaktadır. Enerji ihtiyacı ve respiratuar katsayı ölçülen değerlerden hesaplanır. Direkt kalorimetri enerjisi kişinin ısı üretiminden ölçer. Bu, kişinin ölçüm boyunca teknik olarak izole edilmesini gerektirdiğinden yoğun bakım şartlarında uygulanması gerçekten zordur. Bu nedenle indirekt metod noninvaziv ve güvenilir bir metoddur ve yoğun bakımda enerji tüketiminin belirlenmesinde altın standart indirekt kalorimetri yöntemidir.

İndirekt kalorimetri enerji tüketimini Weir eşitliğinden faydalanarak hesaplar.

*Weir eşitliği:*  $ET \text{ (kcal/gün)} = 3,941 \text{ VO}_2 \text{ (L/gün)} + 1,106 \text{ VCO}_2 \text{ (L/gün)} - 2,17$   
İdrarda N (g/gün)

Protein metabolizmasını göz önüne alan denklemlerde idrar azot miktarının hesaba katılmasının sonucu çok fazla etkilemediği görülmüştür. Bu nedenle uygulaması daha kolay modifiye eşitlikler geliştirilmiştir (44).

*Modifiye Weir denklemi:*  $ET = [3,9 \text{ (VO}_2) + 1,1 \text{ (VCO}_2)] * 1,44$

Oksijen tüketimi VO<sub>2</sub> olarak adlandırılırken, hücreler tarafından üretilen karbondioksit üretimi VCO<sub>2</sub> olarak adlandırılır. Enerji tüketiminin ısı üretiminin ve kaybının ölçülmesiyle belirlenmesi direkt kalorimetrenin prensibini oluştururken, ısı üretiminin O<sub>2</sub> tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretiminin ölçülmesi ile dolaylı olarak belirlenmesi indirekt kalorimetri olarak adlandırılır (44). İndirekt kalorimetri güvenli, non-invaziv, hassas ve neredeyse komplikasyonsuzdur. Enerji harcamalarının belirlenmesi için bir referans yöntemdir. İndirekt kalorimetri genellikle yoğun bakım ünitelerinde kısa süreli (30 dk) ve 24 saatlik tahminler yapmak için kullanılmaktadır (44, 45).

Besinlerin metabolize olmaları sırasında O<sub>2</sub> kullanılırken, son ürün olarak CO<sub>2</sub> oluşur. Üretilen CO<sub>2</sub>'nin, kullanılan O<sub>2</sub>'e oranına Solunum Katsayısı=*Respiratory Quotient*(RQ) denir. Karbonhidrat, protein ve yağların RQ'ları sırası ile, 1.0, 0.82 ve 0.7' dir. Miks beslenmede RQ yaklaşık 0.8 kabul edilir. Daha yüksek değerlerde karbonhidrat oksidasyonunun, daha düşük değerlerde ise yağ oksidasyonunun ağırlık kazandığı bilinmektedir (44).

İndirekt kalorimetri cihazları VO<sub>2</sub>'yi ölçme yöntemlerine göre sınıflanırlar. Açık-devre indirekt kalorimetrlere VO<sub>2</sub>'yi inspire ve ekspire edilen gaz konsantrasyonları arasındaki farkı ve dakika ventilasyonunu ölçerek belirlerler. Kapalı-devre kalorimetrlere, VO<sub>2</sub>'yi bir oksijen rezervuarı içerisindeki oksijenin, zaman içerisindeki hacimsel değişimini ölçerek hesaplarlar.

### **Yoğun Bakım Ünitesinde Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi**

Yoğun bakım hastalarında beslenme durumunu değerlendirecek hem sensitif hem de spesifik bir yöntem yoktur. Ancak antropometrik ölçümler, laboratuvar testleri,



fonsiyonel testler ve tarama testleri ile nütrisyon tedavisinin izlemi ve değerlendirmesi yapılmaktadır.

**Antropometrik  l mler:** Nütrisyonel durumdaki değişimle meydana gelen anatomik değişiklikler değerlendirilir. Vücut ağırlığı, boy uzunluğu, vücut kitle indeksi (VKİ),  ap ve  evre ölümleri (bel çevresi, kalça çevresi, bel/kalça oranı, üst orta kol çevresi, uyluk çevresi, baldır çevresi, vb.), deri kıvrım kalınlıkları ile vücut yağ yüzdesi ve yağsız vücut kitlesi tespitleri sıklıkla kullanılan antropometrik yöntemlerdir (48).

Vücut Kitle İndeksi (VKİ) hem protein-enerji malnütrisyonunun, hem de obezitenin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

**Biyokimyasal Parametreler:** Nütrisyon durumunu gösteren yararlı biyokimyasal belirteçler yoktur. Plazma albümin ve transtiretin/prealbümin konsantrasyonları temel olarak katabolik aktiviteyi göstermek ve izlemek için kullanılabilir (42).

#### **Nütrisyonel Risk Taraması (Nutrition Risk Secreening)-2002 (NRS-2002)**

Günümüzde en yaygın kullanılan tarama yöntemi NRS 2002'dir. Bu taramada hastalar beslenme yetersizliği ve hastalık Őiddeti bakımından değerlendirilir ve skorlanır. 18 yaş ve üzerindeki yetiŐkin hastaların nütrisyonel değerlendirilmesinde kullanılır. Risk taraması, nütrisyonel riski tanımlamak için yapılan hızlı bir iŐlemdir (42). ESPEN, Nütrisyonel Risk Taraması (Nutrition Risk Secreening)-2002 (NRS-2002) kullanımını önermektedir.

0: Malnütrisyon yok

1: Hafif malnütrisyon

2: Orta Őiddette malnutrisyon

3: Ağır malnutrisyon olarak değerlendirilir. Yaş>70 ise skora 1 puan eklenir. Toplam skoru  $\geq 3$  olan hastaların beslenme riski altında olduğu kabul edilir ve beslenme desteğine baŐlanır (2, 42).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Ünitelerinde 2018 Ocak – Aralık tarihleri arasında gerçekleştirildi. Yerel etik kurul onayı alındıktan sonra (30 Ocak 2018 tarihli 03 sayılı onay), son 24 saat içinde invaziv mekanik ventilasyon desteği başlanan ve enteral nütrisyon tedavisi alan 18 yaş üstü 42 hasta çalışmaya dahil edildi. Hasta yakınlarından aydınlatılmış bilgi onamı alındı.

Bilinen primer / sekonder kas hastalığı olan, anatomik diyafram malformasyonu olan, kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan, ileri malnütrisyon grubunda olan, ileri organ yetmezliği olan, son 6 ay içinde yoğun bakımda 24 saatten fazla mekanik ventilasyon desteği uygulanan, indirekt kalorimetri ölçümü esnasında FiO<sub>2</sub>'nin %60'ın üzerinde ve PEEP $\geq$ 20 cm H<sub>2</sub>O ihtiyacı olan, enteral beslenmesi durdurulan hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Yoğun bakım ünitesinde enteral beslenme kararı verilen mekanik ventilasyon desteği altındaki hastalar her grupta 21 hasta olacak şekilde randomize 2 gruba ayrıldı. Grup 1'deki 21 hastaya standart enteral nütrisyon, Grup 2'deki 21 hastaya proteinden zengin enteral nütrisyon uygulandı.

Yoğun bakımda enteral beslenme başlama endikasyonu konan hastalara yoğun bakım ekibi tarafından 12 F nazogastrik beslenme sondası takıldı. Nazogastrik sondanın yeri enjektör ile 15 mL hava verilerek mide üzerinden oskültasyon yöntemiyle ve akciğer grafisi çekilerek doğrulandı ve sonrasında hastalara standart/proteinden zengin içerikli polimerize formülle enteral beslenme başlandı. Yoğun bakımda enteral beslenmeye 20 mL/saat hızında başlandı ve hedef kaloriye uygun hıza ulaşıncaya kadar klinik intolerans belirtilerine bakarak 6 saatte bir 20 mL/saat artırıldı. Enteral beslenme uygulanan tüm hastaların yatak başı 30-45 derece yukarı pozisyonda tutularak enerji gereksinimleri indirekt kalorimetri ile ölçüldü.

Hastalara mekanik ventilasyon ve endotrakeal tüpe adaptasyonunu kolaylaştırmak, trakeal aspirasyona ve benzeri girişimlerde gelişebilecek ağrı, korku ve anksiyeteyi azaltmak amaçlı opioid (remifentanil/fentanil) infüzyonu başlandı. Ciddi

hasta ventilatör uyumsuzluğu olan hastalarda ara ara kas gevşetici (rokuronyum) intravenöz bolus uygulandı.

Hastaların yatışının 1. gününde diyafram ve üst orta kol çevresi ölçümleri yapıldı. Ölçümler 7., 14. günlerde ve mekanik ventilasyondan ayrılabilen hastalarda ventilatörden ayrılma günü tekrarlandı. Hastalarda cilt işaretleme kalemi kullanılarak ölçümlerin aynı yerden yapılmasına özen gösterildi. Çalışma verilerini kaydetmek için bir veri kayıt formu oluşturuldu (Ek ). Hastaların yaşı, vücut kitle indeksi, cinsiyeti, yatış tanısı ve ek hastalıkları, yatış süresi, yatıştaki Akut fizyoloji ve kronik sağlık değerlendirilmesi (APACHE II), NRS 2002 skorları, ultrasonografi ölçüm verileri, diyafram kalınlığı, kol çevresi kalınlığı kaydedildi. Çalışmaya alınan tüm hastaların günlük hemogram, albümin, total protein değerleri bakıldı. Başlangıç, 7.gün, 14. Gün ve mekanik ventilasyondan ayrılma günü total protein ve albümin değerleri kaydedildi.

### **Ultrason ile Diyafram Kalınlığı Ölçümü**

Diyafram, hasta supin pozisyonda iken prob ön-orta aksiller çizgi arasında 9. ve 10. kotlar arasına dik olarak yerleştirilerek diyafram görüntülendi (Şekil 5). Diyafram kalınlığı, ekspiryum sonunda ESOUTE marka ultrason ile ve 6-13MHz lineer prob kullanılarak B mod ta ölçüldü. Hipoekoik diyafram kası, iki paralel ekoik çizgi (diyafragmatik plevra ve peritoneal membran) arasında görüntülenerek, çizgiler arası mesafe ölçülerek kaydedildi (Şekil 5).



**Şekil 5.** Ultrason ile diyafram kalınlığı ölçümü

### **İndirekt Kalorimetri Ölçümü**

Yoğun bakım ünitelerimize kabul edilip endotrakeal entübasyon uygulanan hastalarda hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra, indirekt kalorimetri ölçümleri

başlatıldı. İndirekt kalorimetri ölçümleri yoğun bakıma kabülden sonraki ilk 24-48 saat içinde, kesintisiz 24 saat süre ile Datex Ohmeda M-CAiOVX modülü (Datex- Ohmeda, Finland) ile gerçekleştirildi. Ölçümlerin 24 saatlik ortalaması “trend” tusuna basılarak görülüp kaydedildi. Ölçümler mekanik ventilasyon ve enteral nütrisyon tedavisi süresince yapıldı.

### **Üst Orta Kol Çevresi Ölçümü**

Hastaların diyafram ölçümlerinin yapıldığı günlerde, üst orta kol çevresi ölçümleri de yapıldı. Akromiyon ve olekranon çıkıntıları arasındaki orta nokta cilt işaretleme kalemi ile işaretlendi. Esnemeyen bir mezura ile ölçüm yapıldı.

### **İstatistiksel Analiz**

Varsayımsal olarak beklentiler yönünde yapılan güç analizi sonucunda iki grup arasında elde edilecek olan farklılık için kuvvetli derece etki büyüklüğü ( $d=0,8$ ) elde edileceği varsayıldığında % 95 güvenle % 80 güç elde edebilmek için çalışmaya en az 42 kişi (her grup için en az 21 kişi) alınması gerektiği hesaplanmıştır.

Veriler IBM SPSS Statistics 22.0 paket programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma, ortanca ve minimum değer-maksimum değer eklenerek hesaplandı. Kategorik değişkenler için sayı ve yüzde hesaplamaları gerçekleştirildi. Parametrik test varsayımları sağlandığında gruplar arası farklılıkların karşılaştırılmasında enteral nütrisyon grupları için İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi (Independent-Samples T-Test) ve Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Parametrik test varsayımları sağlanmadığında durumlarda ise enteral nütrisyon grupları arasında farklılıkların karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi ve Friedman tekrarlı ölçümler için varyans analizi kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılması ve iki gurubun değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemek için ise Pearson Ki-kare testi uygulanmıştır.

## BULGULAR

Pamukkale Üniversitesi Anestezi Yoğun Bakım Ünitelerinde 2018 Ocak – Aralık ayı arasında yatan 42 hasta incelenmiştir. Hastalar 21'er kişilik randomize iki gruba ayrılmıştır.

Araştırmaya dahil edilen 42 hastanın yaş ortalaması  $69,00 \pm 15,69$ , boy ortalaması  $164,52 \pm 6,61$ , ağırlık ortalaması  $67,48 \pm 10,35$ , VKİ ortalaması ise  $25,54 \pm 3,93$  olarak bulundu. Hastaların cinsiyet dağılımı; 12 (% 28,6) kadın, 30 (% 71,4) erkek olduğu görüldü (Tablo 4).

**Tablo 4.** Hastaların demografik bulguları

<b>N=42</b>	<b>Medyan (Min-Maks)</b>	<b>Ort <math>\pm</math> SS</b>
<b>Yaş (yıl)</b>	71,5 (21 - 90)	69,00 $\pm$ 15,69
<b>Boy ( cm )</b>	165 (150 - 175)	164,52 $\pm$ 6,61
<b>Ağırlık ( kg )</b>	65 (50 - 85)	67,48 $\pm$ 10,35
<b>VKİ</b>	24,35 (19,5 – 35,4)	25,54 $\pm$ 3,93
<b>Cinsiyet</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Kadın</b>	12	28,6
<b>Erkek</b>	30	71,4

Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler

Anestezi Yoğun Bakım Ünitelerine kabul edilen 42 hastanın 25'i (% 59,5) “Pnömoni” tanısı alarak en büyük grubu oluşturmaktadır. “Çoklu” durum bozukluğu tanısı olan hasta sayısı 7 (% 16,7) ve “Aspirasyon pnömonisi” tanısı olan hasta sayısı 5 (% 11,9) olarak bulunmuştur (Tablo 5).

**Tablo 5.** Yoğun bakımda yatış nedenlerine ilişkin dağılım

<b>Yoğun bakıma yatış nedenleri</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Pnömoni	25	59,5
Aspirasyon pnömonisi	5	11,9
Masif pulmoner emboli	1	2,4
İntraalveoler kanama	1	2,4
ARDS	1	2,4
Pnömonokok menenjit	1	2,4
Akut interstisyel pnömoni	1	2,4
Çoklu	7	16,7
Toplam	42	100,0

Ek hastalık durumları incelendiğinde, hastaların 27'sinde (% 64,7) birden fazla hastalığının olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, 7 hastada (% 16,7) herhangi bir ek hastalığın olmadığı görülmüştür (Tablo 6).

**Tablo 6.** Ek hastalık durumlarına ilişkin dağılım

<b>Ek hastalık durumu</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Çoklu	27	64,3
Ek hastalık yok	7	16,7
Hipertansiyon	2	4,8
Konjestif kalp yetmezliği	1	2,4
Alzheimer hastalığı	1	2,4
Pulmoner hipertansiyon	1	2,4
Tip 2 Diyabet	1	2,4
Renal taş	1	2,4
Prostat kanseri	1	2,4
Toplam	42	100,0

Hastaların mevcut enfeksiyon verileri incelendiğinde ise, 32 hastanın (%76,3) “Pnömoni” ilişkili enfeksiyondan etkilendiği belirlenmiştir. Diğer yandan, 6 hastada ise (%14,3) herhangi bir enfeksiyona rastlanmadığı belirlenmiştir (Tablo 7).

**Tablo 7.** Enfeksiyon durumuna ilişkin dağılım

<b>Enfeksiyon türü</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Pnömoni	32	76,2
Enfeksiyon yok	6	14,3
Diyabetik ayak enfeksiyonu	1	2,4
Menenjit+Piyelonefrit	1	2,4
Kolanjit+Pnömoni	1	2,4
Menenjit	1	2,4
Toplam	42	100,0

Hastaların demografik verileri incelendiğinde; enteral nütrisyon gruplarının arasında yaş, cinsiyet, boy, kilo, VKİ, Apache II skoru, MV süresi, yoğun bakım kalış süresi ve hastane kalış süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0,05$ )(Tablo 8).

**Tablo 8.** Enteral nütrisyon durumuna göre bazı değişkenlere ilişkin analiz sonuçları

Enteral Nütrisyon			
Parametreler	Standart Protein (n=21)	Yüksek Protein (n=21)	p
Yaş (Yıl)	64,38 ± 18,16	73,62±11,41	0,055 α
	69 (21 - 89)	75 (48-90)	
Cinsiyet (K/E)	8(%38,1)	4 (%19)	0,153 Ω
	13(%61,9)	17 (%81)	
Boy (cm)	163,33 ± 7,80	165,71±5,07	0,248 β
	165 (150 - 175)	165 (155-175)	
Kilo (kg)	65,10 ± 9,47	69,86±10,87	0,138 β
	65 (50 - 80)	70 (55-85)	
VKİ	24,33 ± 2,75	25,38±4,20	0,347 β
	23,90 (19,50 - 31,30)	24,5 (18,4-35,4)	
Apache II Skor	13,62 ± 3,80	15,05±2,5	0,159 β
	14 (6 - 19)	15 (10-20)	
MV Süresi (gün)	24 ± 25,48	21,48±12,69	0,687 α
	15 (7 - 114)	17 (8-46)	
Yoğun bakım kalış süresi(gün)	27,33 ± 24,06	25,43±11,34	0,744 α
	17 (9 – 114)	21 (11,50)	
Hastane Kalış Süresi (gün)	32,33 ± 26,58	30,71±11,98	0,801 α
	22 (14 - 133)	26 (14,52)	

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; α:Mann-Whitney U testi; β: İki Ortalama Arasındaki farkın önemlilik testi  
Ω: pearsons ki kare testi

### Diyaf ram Kalınlığı

Hastaların diyaf ram kalınlıkları enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, Diyaf ram kalınlığı “Başlangıç” ve “14. Gün Kontrol” değerlerinin, gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Hastaların “7. Gün Kontrol” ve “MV’den ayrılış” gruplar arası diyaf ram kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 9).

**Tablo 9.** Hastaların diyafram kalınlıklarının enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirilmesi

DİYAFRAM KALINLIĞI					
Zaman	Standart Protein n=21		Yüksek Protein n=21		p
	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	
DK	1,94 ± 0,27	1,80 (1,70 – 2,90)	2,10±0,23	2,20 (1,7-2,50)	0,054
DK 7	1,81 ± 0,29	1,70 (1,50 – 2,90)	2,00±0,23	2,00 (1,70-2,40)	0,028
DK 14	1,80±0,33 (n=13)	1,70 (1,50 – 2,80)	1,86±0,25(n=16)	1,95 (1,50-2,30)	0,628
DK Ayrılma	1,73 ± 0,14 (n=9)	1,70 (1,60 -2,00)	2,01±0,21(n=10)	2,00 (1,70-2,40)	0,004

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; α: Mann-Whitney U testi;

Hastaların diyafram kalınlıklarının enteral nütrisyon durumlarına göre grup içi “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol”, “14. Gün Kontrol” ve “Ayrılma” değerlerinin, “Standart Protein” ve “Yüksek Protein” olmak üzere her iki grup için de anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farkın hangi “Ölçüm Zamanı” durumu lehine olduğunu belirlemek için Wilcoxon tekrarlı iki ölçüm farkı önemlilik testi uygulandığında, diyafram kalınlık düzeylerinin hem standart protein hem de yüksek protein için azalma eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Tablo 10).

**Tablo 10.** Hastaların enteral nutrisyon durumlarına göre diyafram kalınlıklarının ölçüm zamanına göre değişim analizi

Enteral Nutrisyon	Ölçüm Zamanı	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	p	Fark
Standart Protein	DK	1,94 ± 0,27	1,80 (1,70 – 2,90)	0,000*	1 – 2* φ 1 – 3* φ 1 – 4* φ 2 – 3* φ 2 – 4* φ
	DK 7	1,81 ± 0,29	1,70 (1,50 – 2,90)		
	DK 14	1,80±0,33 (n=13)	1,70 (1,50 – 2,80)		
	DK Ayrılma	1,73 ± 0,14 (n=9)	1,70 (1,60 -2,00)		
Yüksek Protein	DK	2,10±0,23	2,20 (1,7-2,50)	0,000*	1 – 2* φ 1 – 3* φ 1 – 4* φ 2 – 3* φ 2 – 4* φ
	DK 7	2,00±0,23	2,00 (1,70-2,40)		
	DK 14	1,86±0,25(n=16)	1,95 (1,50-2,30)		
	DK Ayrılma	2,01±0,21(n=10)	2,00 (1,70-2,40)		

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; 1: DK; 2: DK 7; 3: DK 14; 4: DK Son; φ: Wilcoxon tekrarlı iki ölçüm farkın önemlilik testi; δ: Friedman Tekrarlı Anova



## Üst Kol Çevresi

Hastaların üst kol çevresi enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, üst kol çevresi “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol” ve “14. Gün Kontrol” değerlerinin hem standart protein hem de yüksek proteine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Tablo 11).

**Tablo 11.** Hastaların üst kol çevre değerlerinin enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirmesi

Ölçüm Zamanı	ÜST KOL ÇEVRE				
	Standart Protein (n=21)		Yüksek Protein (n=21)		P
	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	
ÜK	25,31±3,60	26 (18 – 30)	23,66±3,89	27 (19,5-31,5)	0,470
ÜK 7	24,38±3,55	25 (17 – 28)	23,70±6,68	26 (18,5-30)	0,583
ÜK 14	24,46±3,38(n=13)	24 (16 – 28)	23,66±3,89(n=16)	23,75 (17-29)	0,562
ÜK Ayrılma	23,67±3,95(n=9)	23,5 (18 – 28)	23,70±3,68(n=10)	23,25 (19-29)	0,985

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; α: T Testi;

Hastaların üst kol çevrelerinin enteral nütrisyon durumlarına göre kendi içlerindeki değişim düzeyi Friedman tekrarlı ölçümler varyans analizi ile incelendiğinde, üst kol çevre ölçümü “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol” ve “14. Gün Kontrol” değerlerinin, “Standart Protein” ve “Yüksek Protein” olmak üzere her iki grup için anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir (Tablo 12).

**Tablo 12.** Hastaların enteral nütrisyon durumlarına göre üst kol ölçüm değerlerinin ölçüm zamanına göre değişim analizi

Enteral Nütrisyon	Ölçüm Zamanı	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	p	Fark
Standart Protein	ÜK	25,31±3,60	26 (18 – 30)	0,960*	-
	ÜK 7	24,38±3,55	25 (17 – 28)		
	ÜK 14	24,46±3,38(n=13)	24 (16 – 28)		
	ÜK ayrılma	23,67±3,95(n=9)	23,5 (18 – 28)		
Yüksek Protein	ÜK	23,66±3,89	27 (19,5-31,5)	0,893*	
	ÜK 7	23,70±6,68	26 (18,5-30)		
	ÜK 14	23,66±3,89(n=16)	23,75 (17-29)		
	ÜK ayrılma	23,70±3,68(n=10)	23,25 (19-29)		

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; 1: ÜK; 2: ÜK 7; 3: ÜK 14; φ: Wilcoxon tekrarlı iki ölçüm farkın önemlilik testi; δ: Friedman Tekrarlı Anova

### Protein

Hastaların protein düzeyleri enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, Protein düzeyi “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol”, “14. Gün Kontrol” ve “Ayrılma” değerlerinin, hastaların hem standart protein hem de yüksek proteine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Tablo 12).

**Tablo 12.** Hastaların protein düzeylerinin enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirmesi

Ölçüm Zamanı	PROTEİN				
	Standart Protein (n=21)		Yüksek Protein (n=21)		p
	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	
P	5,46 ± 0,71	5,60 (4,10 – 6,50)	5,66 ± 0,91	5,70 (3,59 - 7,30)	0,430
P 7	5,35 ± 0,81	5,30 (3,60 – 6,70)	5,40 ± 0,70	5,50 (4,01- 6,75)	0,834
P 14	5,07 ± 0,68 (n=13)	5,01 (3,59 – 6,10)	5,32 ± 0,64 (n=16)	5,25 (4,40 – 6,60)	0,322
P Ayrılma	5,97 ± 0,53 (n=9)	6,07 (4,90 – 6,70)	5,54 ±0,74 (n=10)	5,90 (3,90 – 6,10)	0,181

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; α: T Testi;

Hastaların protein seviyelerinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde standart protein grubu ve yüksek protein gruplarında kendi içlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 13).

**Tablo 13.** Hastaların enteral nütrisyon protein seviyelerinin ölçüm zamanına göre değişim analizi

Enteral Nütrisyon	Ölçüm Zamanı	Ort.±S.S.	Med (min - maks)	p	Fark
	P 7	5,35 ± 0,81	5,30 (3,60 – 6,70)		
	P 14	5,07 ± 0,68 (n=13)	5,01 (3,59 – 6,10)		
	P Ayrılma	5,97 ± 0,53 (n=9)	6,07 (4,90 – 6,70)		
Yüksek Protein	P	5,66 ± 0,91	5,70 (3,59 – 7,30)	0,477*	-
	P 7	5,40 ± 0,70	5,50 (4,01- 6,75)		
	P 14	5,32 ± 0,64 (n=16)	5,25 (4,40 – 6,60)		
	P Ayrılma	5,54 ±0,74 (n=10)	5,90 (3,90 – 6,10)		

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; 1: P; 2: P 7; 3: P 14; 4: P Ayrılma; φ: Wilcoxon tekrarlı iki ölçüm farkın önemlilik testi; δ: Friedman Tekrarlı Anova

Hastaların Apache 2 skoru ve günlük enerji gereksinimleri incelendiğinde standart protein grubu ve yüksek protein grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Hastaların NRS2002 skoru incelendiğinde yüksek protein grubunda daha yüksek NRS2002 skoru ortalaması elde edilmiş ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (Tablo 14).

**Tablo 14.** Hastaların Apache 2, NRS2002 ve Enerji gereksinimi düzeylerinin protein düzeylerine göre değerlendirmesi

Değişkenler	Standart Protein (n=21)		Yüksek Protein (n=21)		p
	A.O ± S.D	Med (min - maks)	A.O ± S.D	Med (min - maks)	
Apache 2	13,62 ± 3,81	14 (6 – 19)	15,05±2,50	15 (10 - 20)	0,158
NRS2002	3,81 ± 0,60	4 (3 – 5)	4,29±0,46	4 (4 - 5)	0,006
Enerji Gereksinim	1877,71 ± 154,19	1900 (1508 – 2120)	1900±64,67	1890 (1780 – 2010)	0,541

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; α:Mann-Whitney U testi;

**Tablo 15.** MV Parametre bulguları

<b>N=42</b>	<b>Ortanca (Min-Maks)</b>	<b>Ort ± SS</b>
<b>MV_fio2</b>	50 (40 - 70)	49,17±6,04
<b>MV_tv</b>	450 (350 - 500)	465,48 ±38,63
<b>MV_peep</b>	5 (4 - 10)	5,38±1,04
<b>MV_ss</b>	14 (12 – 18)	13,86±1,73
<b>MV_simv</b>	1 (1 – 2)	1,05±0,22

Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler

### Albümin

Hastaların albümin düzeyleri enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, albumin düzeyi “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol”, “14. Gün Kontrol” ve “Ayrılma” değerlerinin, hastaların hem standart protein hem de yüksek proteine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Tablo 16).

**Tablo 16.** Hastaların albümin düzeylerinin enteral nütrisyon durumlarına göre değerlendirilmesi

<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>PROTEİN</b>				
	<b>Standart Protein (n=21)</b>		<b>Yüksek Protein (n=21)</b>		<b>p</b>
	<b>Ort.±S.S.</b>	<b>Med (min - maks)</b>	<b>Ort.±S.S.</b>	<b>Med (min - maks)</b>	
P	3,05±0,5	3,03 (2,06-3,80)	3,01±0,57	3,17 (1,56-3,87)	0,810
P 7	2,80±0,52	2,87 (1,89-3,83)	2,62±0,38	2,53 (2,06-3,38)	0,217
P 14	2,73±0,53	2,92 (1,76-3,83)	2,56±0,57	2,61 (1,68-3,53)	0,311
P Ayrılma	2,81±0,57	2,94 (1,94-3,70)	2,54±0,67	2,62 (1,61-3,57)	0,209

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı farklılık; Ort: Ortalama; SD: Standart Sapma; Med: Ortanca; Min-maks: En küçük ve en büyük değerler; α: T Testi;

## TARTIŞMA

Mekanik ventilasyon desteği, yoğun bakım tedavisinin önemli bir parçasıdır. Ancak potansiyel komplikasyonları da beraberinde getirir. Literatüre bakıldığında, özellikle son yıllarda yapılan gerek hayvan gerek insan çalışmaları, mekanik ventilasyonun diyafram disfonksiyonuna ve solunum kaslarında atrofiye yol açtığını göstermiştir. 2004'te Vassilakoulos ve Petrof (52), mekanik ventilasyonun hayvanlarda diyaframda güçsüzlüğe yol açtığını belirtmiş ve ventilatörün indüklediği diyafram disfonksiyonunu tanımlamışlardır. 2008'de Levine ve ark. (17) insanlarda benzer araştırma yapmış, mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda diyafram liflerinde hareketsizliğe bağlı atrofi olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmalarında beyin ölümü tanısı konan, 18-69 saat mekanik ventilasyon uygulanmış 14 hastanın diyafram biyopsileri ile elektif toraks cerrahisi geçiren 8 hastadan intraoperatif alınan diyafram biyopsi örnekleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta 18-69 saatlik mekanik ventilasyon ve buna bağlı diyafram inaktivitesi olan hasta grubunda miyofibrillerinde belirgin atrofi görülmüştür. Bu da diyaframda oluşan proteolizisle ilişkilendirilmiştir. Çünkü kaslarda inaktiviteye bağlı sitozolik kalsiyum konsantrasyonu artar, buna bağlı proteazların aktivitesinde artış meydana gelir ve proteolizis başlar, bunun sonucunda kas miyofibrillerinde ayrışma, bozulma meydana gelir. Çalışmada beyin ölümü tanısı olan hasta grubunda diyafragmatik glutasyon konsantrasyonu azalmış, aktif kaspaz-3 aktivitesi artmıştır ve buna bağlı olarak miyofibriler ağdan protein kaybı meydana gelmiştir.

Goligher ve ark. (23) 2018' de, uzun süreli mekanik ventilasyonun diyaframda *miyotravma* ya bağlı kas zayıflığına ve disfonksiyona yol açtığını belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre diyafram miyotravması 4 şekilde oluşabilir. Bunlar aşırı destek miyotravması, yetersiz desteğe bağlı oluşan miyotravma, eksantrik miyotravma, ekspiratuar miyotravma olarak çalışmada belirtilmiştir.

Ultrason, diyafram disfonksiyonunu ve diyaframın atrofiye bağlı kalınlığındaki değişiklikleri izlemek için kolay, noninvaziv bir yoldur. Mekanik ventilasyon sırasında diyafram aktivitesinin ve fonksiyonunun yatak başında kolayca değerlendirmemizi sağlar ve son dönemde, yoğun bakım ünitesinde sık kullanılan değerli bir araç haline gelmiştir. Matamis ve ark. (29) 2013' te çalışmalarında, yoğun bakım hastalarında diyafram fonksiyonunun değerlendirilmesinde ultrasonografi tekniği ve klinik uygulamaları

gözden geçirmiş, ultrasonun yoğun bakımda diyaframın hızlı değerlendirmesini sağlayan güvenli ve kullanışlı bir başucu aracı olduğunu belirtmişlerdir.

2017’ de Dhungana ve ark. (53) invazif mekanik ventilasyon uygulanan 64 hastada, yatak başında ultrasonografi ile diyafram kalınlık ölçümünün tekrarlanabilirliğini değerlendirmiş ve ultrasonun, mekanik ventilasyon sırasında diyafram kalınlığının değerlendirilmesi için ucuz, noninvaziv bir başucu aracı olduğunu kolaylıkla tekrar tekrar ve doğru ölçümler yapılabileceğini söylemişlerdir.

Çalışmamızda yoğun bakımda mekanik ventilasyon ve enteral nütrisyon uyguladığımız hastalarda diyafram kalınlığını ultrason ile yatak başı değerlendirdik. Yoğun bakımda hastalarımızın diyafram disfonksiyonunu ve meydana gelen kas atrofisini ultrason ile diyaframın kalınlığını ölçerek inceledik. Ultrasonografinin kolay ve ulaşılabilir olması, çalışmamızda farklı zamanlarda aynı hastada tekrar tekrar ölçüm yapmamızı sağladı. Yoğun bakım ünitemize ait ultrason olması avantajımızdı. Çalışmamızda ölçüm doğruluğunu artırmak için tüm hastaları aynı pozisyonda (supin ve yatak başı 30 – 45 derece kaldırılmış olacak şekilde) değerlendirdik. Prob lokalizasyonunu kalem ile işaretleyerek ölçümleri aynı yerden (apozisyon zonunda, midaksiller hatta) tekrarladık. Her ölçümü aynı soluk içinde (ekspiryum sonu) yaptık.

2013’te Boon ve ark. (54), 150 normal denekte ultrasonografi ile 2 boyutlu diyafram görüntülemesi yapmış ve ekspiryum sonu diyafram kalınlığını ve maksimum inspirasyonla diyafram kalınlığındaki değişmeyi ölçmüşlerdir. Sonuçlara yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi ve sigara içme öyküsünün etkisi de araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ekspiryum sonu diyafram kalınlığının 0,15cm-0,33 cm arasında değiştiğini, diyafram kalınlığı ve kontraktilesini yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi veya sigara içme öyküsünün minimal etkilediğini bildirmişlerdir. Goligher ve ark. (55), ise 2015’teki çalışmalarında MV uygulanan hastalarda diyafram kalınlığını ortalama  $2.4 \pm 0.8$ mm olarak ölçmüş ve 2.0 mm altını diyafram atrofisi lehine değerlendirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da hastaların demografik verileri incelendiğinde gruplar arasında yaş, cinsiyet, boy, kilo, VKİ arasında anlamlı fark bulunamadı. Bu açıdan demografik verilerin diyafram kalınlığına etkisinin bu çalışmadaki gibi minimal olduğunu düşünüyoruz.

2015' te Schepens ve ark.'nın (56), mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda diyafram atrofisinin seyrini ultrason ile değerlendirdikleri çalışmalarında ise çalışmada ortalama kalınlık  $1,9 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$  ölçülmüştür. Yine bu çalışmada, mekanik ventilasyonun diyaframda atrofiye yol açtığını, diyafram kas kalınlığının azaldığını ve diyafram kalınlığında en büyük düşüşün MV'nin ilk 72 saati sırasında meydana geldiğini göstermişlerdir. Ayrıca atrofi derecesi mekanik ventilasyon süresiyle ilişkili bulunmuştur. Bizim çalışmamızda hastaların diyafram kalınlıkları enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, Diyafram kalınlığı "7. Gün Kontrol" ve "MV'den ayrılış" değerlerinin, gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmamızda standart protein alan gruptaki hastaların mekanik ventilasyonun 1. gününde ortalama diyafram kalınlığı  $1,94 \pm 0,27$ , 7.gününde ise  $1,81 \pm 0,29$  du. Standart protein grubunda 14. Günde 13 hasta entübeydi. Bu hastaların diyafram kalınlığı ortalaması  $1,80 \pm 0,33$ tü. Yüksek protein grubundaki hastaların mekanik ventilasyonun 1.gününde ortalama diyafram kalınlığı  $2,10 \pm 0,23$ , 7. gününde ise  $2,0 \pm 0,23$  tü. Yüksek protein grubunda 14. Günde 16 hasta entübeydi. Bu hastaların diyafram kalınlığı ortalaması  $1,86 \pm 0,25$  idi. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde diyafram kalınlığında azalma süreyle doğru orantılıydı. Her 2 grupta ölçüm günleri ilerledikçe ortalama diyafram kalınlığı da azaldı. İlk 7 günde azalma miktarı yüksek protein grubunda  $0,10 \text{ mm}$  iken standart protein grubunda  $0,13 \text{ mm}$  di. Bu bağlamda çalışmamızda proteinden zengin nütrisyonun diyafram atrofisini önlemede ancak ilk 7 günde minimal düzeyde etkili olduğunu gördük. 14.gün ölçümlerimizde her 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göremedik.

2016' da Francis ve ark. (25), 8 entübe hastada, yoğun bakımda diyafram kalınlığını değerlendirmede ultrason kullanımını ve ventilasyon modunun diyafram kalınlığına etkisini araştırmış, diyaframın kalınlığını ölçmek için ultrason kullanımının uygulanabilir ve tekrarlanabilir olduğunu ve asiste kontrollü modta, basınç destekli moda göre daha fazla azalma olduğu göstermişlerdir.

Çalışmamızda, 2 hastamızı SIMV-PC modta, kalan tüm hastalarımızı SIMV-VC modta takip ettik. Ventilasyon modu her 2 grup arasında da aynıydı. Bu bağlamda bunun çalışmamızda her 2 grup arasında fark yaratacağını düşünmüyoruz.

Literatürdeki çalışmalar diyafram disfonksiyonu ve atrofisine mekanik ventilasyon süresinin etkisini, ventilasyon modunun etkisini araştırmış, diyafram kalınlığı ve kontraktilitesine yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi veya sigara içme öyküsünün etkisini değerlendirmiştir.

Biz çalışmamızda nütrisyon tedavisinin diyafram disfonksiyonu ve atrofisine etkisi inceledik. Proteinden zengin enteral nütrisyon uygulanan hastalarla standart enteral nütrisyon alan hastaları karşılaştırdık.

Çalışmamıza yoğun bakımda yatmakta olan entübe ve nazogastrik tüp ile enteral beslenme başlanan hastaları aldık. Hastalara standart 12 Fr nazogastrik tüp takıp ve nazogastrik tüpün yeri enjektör ile 15 mL hava verilerek mide üzerinden oskültasyon yöntemiyle ve akciğer grafisi çekilerek tüpün yerini doğruladık. Sonrasında kalori gereksinimini indirekt kalorimetri ile hesaplayarak enteral mama infüzyonuna başladık. Standart protein grubuna 1kcal/1ml lik, standart polimerik formüllerden, yüksek protein grubuna 1,25 kcal/1 ml lik proteinden zengin polimerik formüllerden verdik. Enteral beslenmeye 20 mL/saat hızında başladık ve hedef kaloriye uygun hıza ulaşınca kadar klinik intolerans belirtilerine bakarak 6 saatte bir 20 mL/saat artırdık. Enteral beslenme uygulanan tüm hastalarda yatak başı 30-45 derece yukarı pozisyona getirdik. Enerji gereksinimleri indirekt kalorimetri ile ölçtük. İndirekt kalorimetri ölçümlerini yoğun bakıma kabülden sonraki ilk 24-48 saat içinde, kesintisiz 24 saat sürede Datex Ohmeda M-CAiOVX modülü (Datex- Ohmeda, Finland) ile gerçekleştirdik. Ölçümlerin 24 saatlik ortalaması “trend” tusuna basıp kaydedtik. Ölçümleri mekanik ventilasyon ve enteral nütrisyon tedavisi süresince yaptık.

Çalışmamızda, ilk 7 günde azalma miktarı yüksek protein grubunda 0,10 mm iken standart protein grubunda 0,13 mm olarak bulduk. Aradaki 0,03 mmlik farkı minimal olarak değerlendirdik.

Hastaların üst kol çevresini enteral nütrisyon durumlarına göre incelediğimizde, üst kol çevresi “başlangıç”, “7. Gün Kontrol” ve “14. Gün Kontrol” değerlerinin hem standart protein hem de yüksek proteine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi.

2016’ da Uluslararası Protein Zirvesinde, dünyanın her yerinden klinik nütrisyon ve protein metabolizması uzmanlarını bir araya gelmiş ve yüksek dozda protein



uygulamasının klinik sonuçlar üzerindeki etkisini belirlemek ve kritik hastalarda yüksek protein uygulamasının önündeki engeller ele alınmıştır (47). Yoğun bakımda optimum nütrisyon terapisini sağlamak ve mortaliteyi azaltmak için 1,2-2,5 g / kg / gün aralığında yüksek doz protein verilmesinin gerekli olabileceği öne sürülmüştür. Her ne kadar kritik hastada katabolik süreci durdurmasa da, yeni protein sentezini uyarmak ve mevcut kas kütlelerini korumak için bu aralıktaki protein dozları gerekebilir. Hastalar yoğun bakım ünitesine kabul edildikten sonraki ilk haftada temel amaç hedef protein değerlerine ulaşmak olmalıdır. Yüksek proteinli hipokalorik (kalorik gereksinimlerin % 80-90'ını sağlar) nütrisyon kritik hastalığın ilk aşamasında aşırı beslenmeyi önlemek, insülin duyarlılığını artırmak ve vücut protein homeostazını korumak açısından oldukça önemlidir (47).

Protein yoğun bakım beslenmesinde temel bileşendir, ancak optimal miktarı konusunda belirsizlik mevcuttur 2017' de yayınlanan metaanaliz çalışmasında 3238 kritik hastanın incelendiği 14 randomize kontrollü çalışma değerlendirilmiştir (43). Bu çalışmada yoğun bakım hastalarına verilen protein miktarı ve mortalite arasındaki ilişki, ayrıca verilen protein dozunun hastanede kalış süreleri, mekanik ventilasyon ve enfeksiyon insidansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçta, hastalara farklı miktarlarda protein verilmesinin mortalite üzerine herhangi bir etkisi olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca yüksek protein ve düşük protein alan hasta grupları arasında hastanede kalış süresi, mekanik ventilasyon süresi ve yeni pnömoni, bakteriyemi insidansı arasında da anlamlı fark görülmemiştir (43).

Çalışmamızda da gruplar arasında Apache II skoru, mekanik ventilasyon süresi, yoğun bakım kalış süresi ve hastane kalış süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Çalışmamızda, NRS 2002 skoru gruplar arası karşılaştırıldığında, yüksek protein grubu hastalarında NRS 2002 skoru daha yüksek bulunmuştur ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Nütrisyonel risk skorunun daha yüksek bulunmasının sebepleri; hastalarımızın yaşlı (yüksek protein grubu yaş ortalaması 73) olması ve eşlik eden kronik hastalık varlığı olabilir. Ayrıca NRS 2002 tarama testinin malnütrisyonun derecesi ile de ilişkili olduğunu düşünürsek, yüksek protein grubu hastalarımız ciddi malnütrisyon riski altında olmasına rağmen çalışmamızda bu grupta diyafram

kalınlığında minimal de olsa daha az inceleme gördük. Bunda yüksek proteinli nütrisyon desteğinin etkisi olabilir.

2017’ de yayınlanan derlemede yoğun bakım hastalarının protein ihtiyacı ele alınmıştır. Protein ihtiyacını değerlendirirken 3 konu üzerine odaklanılmıştır. Birincisi, vücut azot-nitrojen kaybı kabaca bireyin minimum protein gereksinimini öngörmeye önemlidir. İkincisi, mevcut kas kitlesi, ihtiyaç halinde kastan dokulara aminoasit transferi sırasında aminoasit mobilize edilmesine bir üst sınır koyar. Kas kütlesi tükenmekte olan hasta immünoinflamatuvar süreçte vücudun protein sentezi ihtiyacının arttığı bölgelere aminoasit salınımını sınırlar. Üçüncüsü, negatif enerji dengesi, protein ihtiyacını artırır (57).

Artan vücut azot-nitrojen kaybı, protein gereksiniminin arttığını gösterir. Kritik hastalıkta kas protein katabolizması artar. Minimum protein gereksinimi kavramı, bireylerin endojen zorunlu nitrojen kaybı oranlarına en az eşit miktarda protein tüketmeleri gerektiği fikrine dayanır. Artan zorunlu nitrojen kaybı durumlarını tanımlamanın şu anda bilinen, klinik olarak pratik yolu, vücut nitrojen kaybı oranını ölçmektir. Toplam nitrojen, hastane laboratuvarlarında yaygın olarak ölçülmez, ancak idrar üre nitrojeni ölçülmesi kolaydır. İdrarla üre nitrojen atılımına dayalı protein beslenme değerlendirmeleri, protein-katabolik hastaları tanımlamak için yıllardır başarıyla kullanılmaktadır.

Hastalar için gerekli protein ve kalori dozları, genellikle kilogram başına vücut ağırlığına göre hesaplanır. Çünkü vücut ağırlığı bize vücut hücre kitlesini yansıtır. Ancak kritik hastalık ekstraselüler alana sıvı kaymalarına yol açarak, vücut ağırlığında güvenilir olmayan sonuçlara yol açabilir (57).

Çalışmamızda hastaların üst kol çevresi enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, üst kol çevresi “başlangıç”, “7. Gün Kontrol” ve “14. Gün Kontrol” değerlerinin hem standart protein hem de yüksek proteine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Üst orta kol çevresi ölçümleri kas kütlesi tahmini için kullanılmaktadır. Kas kütlesi tahmini için kullanılmaktadır. Kadınlarda 18 cm erkeklerde 20 cm altı patolojik olarak kabul edilir. Düşük ölçüm değerleri mortalite, morbidite ve nütrisyonel desteğe verilen yanıtla iyi bir korelasyon gösterir. Çalışmamızdaki hastaların üst kol çevresi

ortalaması standart protein grubunda  $25,31 \pm 3,60$ , yüksek protein grubunda ise  $23,66 \pm 3,89$  ölçülmüştür. 7. ve 14. Gün ölçümlerinde de her 2 grupta da ortalama değer azalmıştır ancak 2 grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark görülememiştir.

Kritik hastalık, kas atrofisine de yol açar. Yoğun bakıma gelen hastaların bir kısmı, geldiklerinde normal kas kütlelerine sahip olmakla birlikte, önemli bir kısmı kritik hastalık gelişmeden öncesinde kas atrofisi mevcuttur. Bunun başlıca sebepleri önceden var olan protein-enerji malnütrisyonu, yaşlılığa bağlı kas atrofisi (sarkopeni), kullanılmamaya bağlı kas atrofisi ve yüksek doz glukokortikoid tedavisi olarak sayılabilir. Çalışmamızda, hastaların kol çevresindeki azalma hem kritik hastalığa hem de yoğun bakımda immobilite ve kullanılmamaya bağlı kas atrofisi ile ilişkili olabilir (57).

2015'te Chlan ve ark. (58) yaptıkları çalışmada, mekanik ventilasyon uygulanan 120 oryante-koopere hastada, el kavrama gücünü el dinamometresi ile günlük değerlendirmiş ve uzun süre mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda kavrama gücünün, dolayısıyla periferik kas gücünün belirgin düzeyde azaldığını bildirmişler, uzamış mekanik ventilasyon ve immobilite nedeniyle kas gücünde zayıflamanın yoğun bakım hastalarında sıklıkla görüldüğünü vurgulamışlardır.

İleri yaşlı yoğun bakım hastalarında fizik tedavi, kas kütlesi kaybını önlemede, kas protein sentezini ve anabolik süreci tetiklemede oldukça önemli görülmektedir. Bu bağlamda yoğun bakım protokolleri, erken dönemde hasta mobilizasyonu açısından düzenlenebilir (47).

İnspiratuar kas güçsüzlüğü, uzun süreli mekanik ventilasyonun bilinen bir sonucudur. Yakın zamanda Avustralya da araştırmacılar, yoğun bakım ünitesindeki hastalar için multidisipliner bir yaklaşımla inspirasyon kas eğitiminin faydalı olacağını öne sürmüşlerdir. En az 7 gün invazif mekanik ventilasyon tedavisi alan hastalarda, entübeyken ya da ekstübasyon sonrası inspirasyon kas eğitimi başlanmalıdır. Ancak bu eğitimin verilmesi için hastaların uyanık ve koopere olması gerekmektedir. Hastalar minimal düzeyde sedatize edilmeli, Riker Sedasyon Skoru 4 olmalıdır (61).

Çalışmamızda hastaların enerji gereksinimlerini 24 saatlik indirekt kalorimetri ölçümleri ile hesapladık. Hastalarımızın ortalama enerji tüketimi standart protein grubunda  $1877,71 \pm 154,19$  kcal/ gün, yüksek protein grubunda  $1900 \pm 64,67$  kcal/gün

bulunmuştur. Mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında enerji tüketiminin indirekt kalorimetri ile 24 saat sürekli ölçüldüğü çalışma sayısı azdır. 2007’de yayınlanan bir çalışmada mekanik ventilatöre bağlı 27 hastada 5 gün boyunca indirekt kalorimetri ile 24 saatlik total enerji tüketimi ölçümü yapılmış ve ortalama enerji tüketimi  $2053 \pm 445$  kcal/ gün bulunmuştur (59).

Kritik hastalarda gerek gün içinde gerekse günden güne enerji tüketimi değişkenlik gösterir. Bir çalışmada enerjide günlük değişikliklerin %4 ile %56 arasında olduğu rapor edilmiştir (59). Klinik olarak stabil hastalar ölçümlerde daha az değişkenlik gösterir. Bu bağlamda kısa vadeli kalorimetrik ölçümler hatalara yol açabilir. Çalışmamızda ölçümleri 24 saat yaptığımız için kısa vadeli ölçüm hatalarının önüne geçmiş olduk. Ancak yine de gün içinde aspirasyon, pozisyon değişikliği yaptığımız için ve ara ara hastaların ajite olduğu dönemler de olduğu için ortalama enerji değerimiz yüksek çıkmış olabilir.

Çalışmamızda hastaların kan total protein düzeyleri incelendiğinde, protein düzeyi “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol”, “14. Gün Kontrol” ve “Ayrılma” değerlerinin, hastaların hem standart protein hem de yüksek protein grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Hastaların kan total protein seviyelerinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde standart protein grubu ve yüksek protein gruplarında kendi içlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çalışmamızda, hastaların albümin düzeyleri enteral nütrisyon durumlarına göre incelendiğinde, albümin düzeyi “Başlangıç”, “7. Gün Kontrol”, “14. Gün Kontrol” ve “Ayrılma” değerlerinin, hastaların hem standart protein hem de yüksek proteine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür.

Albümin, kandaki toplam proteinlerin yaklaşık % 60'ını oluşturan ana plazma proteindir. Albümin fizyolojik olarak, plazma kolloid ozmotik basıncın sağlanmasından sorumlu olup, mikrovasküler bütünlüğü ve inflamatuvar cevabı etkiler. Yarı ömrü yaklaşık 20 gündür. Primer olarak karaciğerde sentezlenen bir negatif akut faz proteini olduğu düşünülmektedir. Malnütrisyonunda albümin sentezinin azaldığı gösterilmiştir (62). Ancak uzun yarılanma ömrü nedeni ile (20 gün) uzun dönem açlıkta bile albümin plazma düzeyi normal olabilir. Bizim çalışmamız 14 gün ile sınırlı olduğu için her 2 grup arasında albümin düzeyleri arasında anlamlı fark olmamış olabilir. Proteinden zengin nütrisyonun

kan total protein ve albümin düzeyine etkisini gösterebilmek için 3 haftadan daha uzun süreli hasta takibi gerekli olabilir. Ayrıca albümin düzeyi malnütrisyon dışında inflamasyon, sepsis, karaciğer hastalıkları, maligniteler, nefrotik sendrom gibi patolojik durumlarda da azalmaktadır. Bu bağlamda hastaların malnütrisyon açısından değerlendirilmesinde visseral protein seviyelerinin izlenmesinin, beslenme durumunun iyiye gitmesinden çok katabolizma/inflamasyon derecesini yansıttığının akılda tutulması yararlı olabilir (42).

Çalışmadaki kısıtlılıklarımızdan biri, yoğun bakımımızda 14 gün entübe kalan hasta sayımızın az olmasıydı. Diyafram kalınlığı üzerine proteinden zengin nütrisyonun etkisini gösterebilmek için, 14 günden daha uzun süre takip ve daha çok hasta sayısı ile daha çok veriye ihtiyaç olduğunu düşünüyoruz. Ayrıca biz çalışmamızda hastaların diyafram disfonksiyonuna neden olabilecek sepsis varlığı, steroid kullanımı, vazopresör kullanımı durumlarını kaydetmedik ve diyaframa etkisini değerlendiremedik. NRS 2002 skorlarının da gruplar arasında eşit olmaması çalışmanın sonuçlarına etkili olmuş olabilir.

Çalışmamızdaki diğer kısıtlılıklarımız, hastalarımızın ileri yaş grubunda olması ve yaşlılığa bağlı kas atrofisinin de bulunmasıydı ve hastaların boy, kilo değerlerinin hasta ya da yakınından öğrenip yoğun bakım yatışı ve takibi sırasında boy-kilo ölçümü tekrarlayamadık.

## SONUÇ

Çalışmamız;

1. Mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında hem standart enteral nütrisyon hem de proteinden zengin enteral nütrisyon desteğinde diyaframda incelme görüldüğünü,
2. İlk 7 günde diyaframda incelmenin, daha yüksek NRS 2002 skorlarına sahip olmasına rağmen proteinden zengin nütrisyon grubunda daha az olduğunu,
3. Mekanik ventilasyon süresi, hastanede kalış süresi, yoğun bakımda kalış süresi, açısından her 2 enteral nütrisyon grubunda anlamlı fark olmadığını,
4. Diyafram ultrasonografisinin yoğun bakımda kolay ve uygulanabilir olduğunu,
5. İndirekt kalorimetri ölçümlerinin kritik hastalarda optimum nütrisyon desteği için gerekli olduğunu göstermiştir.

## KAYNAKLAR

1. Vetrugno L, Guadagnin GM, Barbariol F, Langiano N, Zangrillo A, Bove T. Ultrasound imaging for diaphragm dysfunction: A narrative literature review. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2019.
2. Şenoğlu N. *Nütrisyon kılavuzu*. İzmir: Tepecik Hastanesi Yayınları, 2016: 17-47.
3. Maday KR. Energy estimation in the critically ill: a literature review. *Universal Journal of Clinical Medicine*. 2013;1(3):39-43.
4. Günlüoğlu, M. Z. (2011). Solunum sistemi anatomisi, gelişimi ve fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Thor Surg-Special Topics*. 2011;4(2):1-6.
5. Vagas E, Akgül AG. Solunum sistemi fizyolojisi ve çocuklardaki farklar. *Toraks Dergisi*. 2009.
6. Gökmen F. *Sistematik anatomi*. İzmir: Güven Kitabevi. 2003:67-197.
7. Guyton AC, Hall JE. *Guyton ve Hall tıbbi fizyoloji*, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2017.
8. Dikmen Y. *Mekanik ventilasyon klinik uygulama temelleri*, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2012.
9. Weiss B, Kaplan LJ. Oxygen therapeutics and mechanical ventilation advances. *Critical Care Clinics*. 2017;33(2):293-310.
10. Ak HY, Yıldız M. Mekanik Ventilasyona Pratik Yaklaşım. *Koşuyolu Heart Journal*. 2018;21(1):65-9.
11. Bowton DL, Scott LK. Ventilatory management of the noninjured lung. *Clinics in chest medicine*. 2016;37(4):701-10.
12. MacIntyre NR. Patient-ventilator interactions: optimizing conventional ventilation modes. *Respiratory Care*. 2011;56(1):73-84.

13. Uçgun İ. Mekanik ventilasyon komplikasyonları. *Yoğun Bakım Dergisi*. 2008;8(1):44-59.
14. Supinski GS, Morris PE, Dhar S, Callahan LA. Diaphragm dysfunction in critical illness. *Chest*. 2018;153(4):1040-51.
15. Callahan LA, Supinski GS. Sepsis-induced myopathy. *Critical Care Medicine*. 2009;37(10 0):S354.
16. Callahan LA, Nethery D, Stofan D, DiMarco A, Supinski G. Free radical–induced contractile protein dysfunction in endotoxin-induced sepsis. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*. 2001;24(2):210-7.
17. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *New England Journal of Medicine*. 2008;358(13):1327-35.
18. Le Bourdelles G, Viires N, Boczkowski J, Seta N, Pavlovic D, Aubier M. Effects of mechanical ventilation on diaphragmatic contractile properties in rats. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1994;149(6):1539-44.
19. Powers SK, Wiggs MP, Duarte JA, Zergeroglu AM, Demirel HA. Mitochondrial signaling contributes to disuse muscle atrophy. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2012;303(1):E31-E9.
20. Demoule A, Jung B, Prodanovic H, Molinari N, Chanques G, Coirault C, et al. Diaphragm dysfunction on admission to the intensive care unit. Prevalence, risk factors, and prognostic impact—a prospective study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013;188(2):213-9.
21. Hudson MB, Smuder AJ, Nelson WB, Bruells CS, Levine S, Powers SK. Both high level pressure support ventilation and controlled mechanical ventilation induce diaphragm dysfunction and atrophy. *Critical Care Medicine*. 2012;40(4):1254.
22. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Critical Care*. 2011;15(2):68-84.



23. Goligher EC, Brochard LJ, Reid WD, Fan E, Saarela O, Slutsky AS, et al. Diaphragmatic myotrauma: a mediator of prolonged ventilation and poor patient outcomes in acute respiratory failure. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2018.
24. Özcengiz D SH, Esquinas AM, . Noninvazif Mekanik Ventilasyon. ANKARA 2018.
25. Francis CA, Hoffer JA, Reynolds S. Ultrasonographic evaluation of diaphragm thickness during mechanical ventilation in intensive care patients. *American Journal of Critical Care*. 2016;25(1):1-8.
26. Cimsit C, Bekir M, Karakurt S, Eryuksel E. Ultrasound assessment of diaphragm thickness in COPD. *Marmara Med J*. 2016;29:8-13.
27. Kurtipek Ö AN, Işık B, . Klinik Anesteziye Ultrasonografi,. Ankara: Akademisyen Yayınevi, 2018.
28. Goligher EC, Fan E, Herridge MS, Murray A, Vorona S, Brace D, et al. Evolution of diaphragm thickness during mechanical ventilation. Impact of inspiratory effort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2015;192(9):1080-8.
29. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and Clinical Applications. *Intensive Care Medicine*. 2013;39(5):801-10.
30. Ueki J, De Bruin P, Pride N. In vivo assessment of diaphragm contraction by ultrasound in normal subjects. *Thorax*. 1995;50(11):1157-61.
31. Harper CJ, Shahgholi L, Cieslak K, Hellyer NJ, Strommen JA, Boon AJ. Variability in diaphragm motion during normal breathing, assessed with B-mode ultrasound. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2013;43(12):927-31.
32. Dubé B-P, Dres M, Mayaux J, Demiri S, Similowski T, Demoule A. Ultrasound evaluation of diaphragm function in mechanically ventilated patients: comparison to phrenic stimulation and prognostic implications. *Thorax*. 2017;72(9):811-8.
33. Aygencel G. Nütrisyonu Genel Bakış ve Nütrisyonunda Temel Kavramlar. *Türkiye Klinikleri Intensive Care-Special Topics*. 2017;3(2):53-64.

34. Seron-Arbeloa et al. Enteral nutrition in critical care. *J Clin Med Res* 2013;5(1):1-11
35. H. Lochs et al. Introductory to the ESPEN guidelines on enteral nutrition. *Critical Nutrition* (2006) 25, 180-186.
36. Heart TN. Initial trophic vs full enteral feeding in patients with acute lung injury: the EDEN randomized trial. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 2012;307(8):795.
37. Kreymann K, Berger M, Deutz Ne, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al. ESPEN guidelines on enteral nutrition: intensive care. *Clinical Nutrition*. 2006;25(2):210-23.
38. McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, McCarthy M, Roberts P, Taylor B, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2016;40(2): 159-211.
39. Khalid I, Doshi P, DiGiovine B. Early enteral nutrition and outcomes of critically ill patients treated with vasopressors and mechanical ventilation. *American Journal of Critical Care*. 2010;19(3):261-8.
40. Davies AR, Morrison SS, Bailey MJ, Bellomo R, Cooper DJ, Doig GS, et al. A multicenter, randomized controlled trial comparing early nasojejunal with nasogastric nutrition in critical illness. *Critical Care Medicine*. 2012;40(8):2342-8.
41. Montejo JC, Grau T, Acosta J, Ruiz-Santana S, Planas M, García-de-Lorenzo A, et al. Multicenter, prospective, randomized, single-blind study comparing the efficacy and gastrointestinal complications of early jejunal feeding with early gastric feeding in critically ill patients. *Critical Care Medicine*. 2002;30(4):796-800.
42. T. Cederholm et al. ESPEN guidelines on definition and terminology of clinical nutrition. *Clinical Nutrition* 36 (2017); 49-64

43. Davies ML, Chapple L-AS, Chapman MJ, Moran JL, Peake SL. Protein delivery and clinical outcomes in the critically ill: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care and Resuscitation*. 2017;19(2):117.
44. Lev S, Cohen J, Singer P. Indirect calorimetry measurements in the ventilated critically ill patient: facts and controversies—the heat is on. *Critical care clinics*. 2010;26(4):e1-e9.
45. De Waele E, Honoré PM, Malbrain ML. Does the use of indirect calorimetry change outcome in the ICU? Yes it does. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2018;21(2):126-9.
46. Koekkoek KW, van Zanten AR. Nutrition in the critically ill patient. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2017;30(2):178-85.
47. Hurt RT, McClave SA, Martindale RG, Ochoa Gautier JB, Coss-Bu JA, Dickerson RN, et al. Summary points and consensus recommendations from the international protein summit. *Nutrition in Clinical Practice*. 2017;32:142S-51S.
48. Pekcan G. Beslenme durumunun saptanması. *Diyet El Kitabı*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları, 2008:67-141.
49. Hughes VA, Roubenoff R, Wood M, Frontera WR, Evans WJ, Fiatarone Singh MA. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2004;80(2):475-82.
50. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Critical Care Medicine*, 1985;13(10):818-29.
51. Karabiyik L. Yoğun Bakımda Skorum Sistemleri. *Yoğun Bakım Dergisi*, 2010 ;9(3):129-143
52. Vassilakopoulos T, Petrof BJ. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004;169(3):336-41.
53. Dhungana A, Khilnani G, Hadda V, Guleria R. Reproducibility of diaphragm thickness measurements by ultrasonography in patients on mechanical ventilation. *World Journal of Critical Care Medicine*. 2017;6(4):185.

54. Boon AJ, Harper CJ, Ghahfarokhi LS, Strommen JA, Watson JC, Sorenson EJ. Two-dimensional ultrasound imaging of the diaphragm: Quantitative values in normal subjects. *Muscle & Nerve*. 2013;47(6):884-9.
55. Goligher EC, Laghi F, Detsky ME, Farias P, Murray A, Brace D, et al. Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity. *Intensive Care Medicine*. 2015;41(4):642-9.
56. Schepens T, Verbrugghe W, Dams K, Corthouts B, Parizel PM, Jorens PG. The course of diaphragm atrophy in ventilated patients assessed with ultrasound: a longitudinal cohort study. *Critical Care*. 2015;19(1):422.
57. Hoffer LJ, Dickerson RN, Martindale RG, McClave SA, Ochoa Gautier JB. Will we ever agree on protein requirements in the intensive care unit? *Nutrition in Clinical Practice*. 2017;32:94-100.
58. Chlan LL, Tracy MF, Guttormson J, Savik K. Peripheral muscle strength and correlates of muscle weakness in patients receiving mechanical ventilation. *American Journal of Critical Care*. 2015;24(6):91-8.
59. Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clinical Nutrition*. 2007;26(5):649-57.
60. Lee JL, Oh ES, Lee RW, Finucane TE. Serum albumin and prealbumin in calorically restricted, nondiseased individuals: a systematic review. *The American Journal of Medicine*. 2015;128(9):1023. 1-22.
61. ICU Management and Practice, Inspiratory muscle training for ICU patients: first practical guide
62. Danese E, Montagnana M, Nouvenne A, Lippi G. Advantages and pitfalls of fructosamine and glycated albumin in the diagnosis and treatment of diabetes. *J Diabetes Sci Technol*. 2015;9(2):169-76

## EK 1. HASTA DEĞERLENDİRME FORMU

### Mekanik Ventilasyon Uygulanan Yoğun Bakım Hastalarında Proteinden Zengin Enteral Nutrisyonun Diyafram Kalınlığı Üzerine Etkisinin Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi

#### Demografik Bilgiler

Adı Soyadı:

Yaşı:

Cinsiyeti:

Tanı:

APACHE 2 SKORU:

NRS 2002 SKORU:

Değerlendirme Tarihi:

Hasta Protokol No:

Hasta Yatış Tarihi:

Boy:

Kilo:

VKI:

Mekanik Ventilasyon Parametreleri	HASTA YATIŞININ 1. GÜNÜ	HASTA YATIŞININ 7. GÜNÜ
Ventilasyon Modu		
FiO <sub>2</sub> (%)		
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)		
Tidal Volüm(ml/kg)		
Spontan Solunum Frekansı (soluk/dk)		
Hastanın Mevcut Enfeksiyonları		
Enerji Gereksinimi		

#### HASTAYA UYGULANACAK ENTERAL NÜTRİSYON TİPİ:

	STANDART	YÜKSEK PROTEİN
Mekanik Ventilasyon Süresi		
Yoğun Bakımda Yatış Süresi		
Hastanede Yatış Süresi		

Diyafram Kalınlığı Ölçümü (mm)	Üst Kol Çevresi Ölçümü (cm)
Hasta yatışının 1. günü	Hasta yatışının 1. günü
Hasta yatışının 7. günü	Hasta yatışının 7. günü
Hasta yatışının 14. günü	Hasta yatışının 14. günü
Mekanik ventilasyondan ayrılma günü	Mekanik ventilasyondan ayrılma günü

Total Protein (gr/dl) 1.gün	
Total Protein (gr/dl) 7.gün	
Total Protein (gr/dl) 14.gün	
Total Protein (gr/dl) MV ayrılma günü	