

T.C
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI



KONVANSİYONEL HEMODİYALİZ HASTALARINDA VOLÜM DURUMUNUN VE
AKCİĞER SIVISININ AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

DR.HACER ESEROĞLU

KONYA-2023

T.C
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI



KONVANSİYONEL HEMODİYALİZ HASTALARINDA VOLÜM DURUMUNUN VE
AKCİĞER SIVISININ AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ
DR. HACER ESEROĞLU

DANIŞMAN: DOÇ. DR. FUNDA GÖK

KONYA-2023

TEŞEKKÜR

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Aybars TAVLAN'a, tezimin her aşamasında bana yol gösteren, emeğini, bilgisini, güleryüzünü, sabrını esirgemeyen ve her daim yanımda olan, çalışkanlığı ve azmini örnek aldığımdanışman hocam Doç. Dr. FundaGÖK'e ve diğer kıymetli hocalarım Prof. Dr. Alper YOSUNKAYA, Prof. Dr. Sema TUNCER UZUN, Prof. Dr. Ruhiye REİSLİ, Prof. Dr. Atilla EROL, Prof. Dr. Ahmet TOPAL, Prof. Dr. Alper KILIÇASLAN, Doç. Dr. Gamze SARKILAR, Doç. Dr. Şule ARICAN, Dr. Öğr. Üyesi Gülçin BÜYÜKBEZİRCİ ve Dr. Öğr. Üyesi Resul YILMAZ'a;

Uzmanlık eğitimim sırasında birlikte çalışma şansını yakaladığım ve her anlamdadesteklerini hissettiğim sevgili arkadaşlarıma;

Bana her zaman güvenen, koşulsuz şartsız sevgilerini esirgemeyen ve bugünlere gelmem de en büyük katkıya sahip başta rahmetli sevgili canım babam Mustafa ŞİMŞEK'e ve sevgili biricik annem Fatmana ŞİMŞEK'e;

Desteğini ve sevgisini her zaman yanımda hissettiğim, tanıdığım ilk günden itibaren iyi ki dediğim canım eşim Yasin ESEROĞLU'na, hayatımın her anını güzelleştiren, sevgili kızlarım Zeynep'ime ve Elif'ime sonsuz teşekkür ediyorum.

NİSAN/2023

Dr. Hacer ESEROĞLU

ÖZET

KONVANSİYONEL HEMODİYALİZ HASTALARINDA VOLÜM DURUMUNUN VE AKCİĞER SIVISININ AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ. DR. HACER ESEROĞLU, UZMANLIK TEZİ, KONYA,2023

Amaç: Son dönemböbrek yetmezliği (SDBY) ve anürisi olan hastalarda konvansiyonel hemodiyaliz (HD) ve ultrafiltrasyon (UF) en sık uygulanan tedavilerden biridir. Bu çalışmada HD ve UF uygulanan hastalarda akciğer ultrasonografisi (LUS) ve inferior vena kava (İVK) ölçümlerinin UF ile ilişkisinin ve hastaların sıvı durumu değerlendirilmesinde kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmayaNEÜ MTF Hastanesi, İç Hastalıkları AD, Nefroloji Bilim Dalı, Diyaliz Ünitesinde SDBY tanılı, en az 6 aylık süre boyunca haftada 3 kez 4 saatlik HD uygulanan anürik, ultrafiltrasyon yapılan 40 hasta dahil edildi. Katılımcılar çalışma öncesinde, çalışma ile ilgili tüm detaylar hakkında bilgilendirildikten sonra yazılı aydınlatılmış onamları alındı. Ultrasonografik değerlendirme, hem LUS hem de İVK ölçümleri için supin pozisyonda HD'den hemen önce ve sonrasında yapıldı. LUS her hasta için her iki hemitoraks anterior,lateral ve posterior bölgede toplamda 12 alan taranarak gerçekleştirildi. Her bir alanda B çizgi algoritmaya göre puanlandı; 0: normal akciğer havalanması olacak şekilde 0'dan 3'e kadar tüm akciğer segmentlerine ayrı ayrı puan verilerek total B çizgisayısı hesaplandı. Her hasta için HD öncesi ve sonrası B çizgileri sayısındaki değişim delta B çizgisi olarak kaydedildi. İVK incelemesisubkostal yaklaşımla gerçekleştirildi. Ekspiryum (İVK maks) ve inspiryum (İVK min) sonrasında görüntü dondurularak çapları ölçüldü. Kollapsibilite indeksi (İVK-Kİ) = (İVK maks-İVK min)/İVK maks x 100 formülüne göre hesaplandı.

Bulgular:Diyaliz öncesi Bçizgi sayısı, diyaliz sonrası B çizgi sayısından anlamlı olarak daha yüksekti(p <0,001). Diyaliz öncesi ve sonrası bakılan anterolateral B çizgi ve anterior B çizgi sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı (p <0,001).UF miktarı ile diyaliz öncesi ve sonrası hesaplananB çizgisayısı değişimi arasında düşük orta derecede korelasyon vardı (p =0,014;r=+0,387). HD öncesi ve sonrası B çizgi sayısındaki değişim ile hastaların kilo değişimi arasında düşük orta düzeyde bir korelasyon vardı(p = 0,013, r=+0,389).Hastaların diyaliz öncesi İVK min ve İVK maksortalamaları diyaliz sonrası İVK min ve İVKmaksortalamalarına göre anlamlı daha yüksekti(p <0,001).HD öncesi İVK maks

ölçümü ile HD öncesi B çizgi sayısı arasında mükemmel derecede korelasyon saptandı ($r=0,998$, $p<0,001$).Diyaliz öncesi ve sonrası ölçülen İVK kollapsibilite indeksi ortalamadeğerlerinde anlamlı fark yoktu(p değeri= $0,421$).

Sonuç:Bu çalışmada LUS ile belirlenen B çizgi sayıları ve İVK çap ölçümlerininhemodiyaliz öncesi değerlere göre hemodiyaliz sonrasında azaldığı belirlenmiştir. Bu parametrelerin hastanın fazla sıvı yükünün belirlenmesinde faydalı olabileceğini ve birlikte kullanılması gerektiğini düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: Akciğer ultrasonografisi, B çizgi sayısı, vena cava kollapsibilite indeksi,hemodiyaliz, ultrafiltrasyon.

ABSTRACT

EVALUATION OF VOLUME STATUS AND LUNG FLUID BY LUNG ULTRASOUND IN CONVENTIONAL HEMODIALYSIS PATIENTS, HACER ESEROĞLU, MD, MASTER THESIS, KONYA, 2023

Aim:Conventional hemodialysis (HD) and ultrafiltration (UF) is one of the most frequently applied treatments in patients with end-stage renal disease (ESRD) and anuria. In this study, it was aimed to determine the relationship of lung ultrasonography (LUS) and inferior vena cava (IVC) measurements with UF in patients undergoing HD and UF, and to determine their usability in the evaluation of fluid status of patients.

Materials and Methods:This study included 40 patients with ESRD who underwent anuric ultrafiltration and underwent 4-hour HD 3 times a week for at least 6 months in NEU MTF Hospital, Internal Diseases Department, Department of Nephrology, Dialysis Unit.All study details were explained to the participants and written informed consent was obtained. The ultrasonographic evaluation was performed in the supine position before and after HD for both LUS and IVC measurements. LUS was performed by scanning 12 areas in each patient's anterior, lateral and posterior regions of both hemithorax. B line in each area was scored according to the algorithm. The total number of B lines was calculated by assigning scores to all lung segments from 0 to 3. The change in the number of B lines before and after HD for each patient was recorded as the delta B line. IVC examination was performed with a subxiphoid approach. After expiration (IVC max) and inspiration (IVC min), the image was frozen and their diameters were measured. Collapsibility index was calculated using the formula $(IVC-CI) = (IVC \text{ max}-IVC \text{ min})/IVC \text{ max} \times 100$.

Results: The number of B lines before dialysis was significantly higher than that of B lines after dialysis ($p < 0.001$). There was a significant difference between the number of anterolateral and anterior B lines before and after dialysis ($p < 0.001$). There was a low moderate correlation between the amount of UF and the change in the number of B lines calculated before and after dialysis ($r = +0.387$, $p = 0.014$). There was a low-moderate correlation between the change in the number of B lines before and after HD and the weight change of the patients ($r = +0.389$, $p = 0.013$). Pre-dialysis IVC min and IVC max mean of patients were significantly higher than post-dialysis IVC min and IVC max mean ($p < 0.001$). An excellent correlation was found between the IVC max measurement before HD and the number of B lines before HD ($r=0.998$, $p<0.001$). There was no significant difference in

the mean values of the IVC collapsibility index measured before and after dialysis (p value = 0.421).

Conclusion: This study determined that B line numbers and IVC diameter measurements decreased after hemodialysis compared to pre-hemodialysis values. We think these parameters can be useful in determining hemodialysis the patient's excess fluid load and should be used together.

Keywords: Lung ultrasonography, B-line number, vena cava collapsibility index, hemodialysis, ultrafiltration.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xi
KISALTMALAR.....	xii
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. KBY Tanımı.....	2
2.2. KBY Evrelemesi	2
2.3. KBY Epidemiyolojisi.....	3
2.4. SDBY Etiyoloji ve Risk Faktörleri	4
2.5. KBY’de Klinik Bulgular	4
2.6. KBY’ de Tedavi	6
2.6.1. Renal transplantasyon	7
2.6.2. Diyaliz.....	7
2.6.2.1.Periton Diyalizi	7
2.6.2.2 Hemodiyaliz	8
2.7.Hemodiyaliz Hastalarında Kuru Ağırlık	9
2.7.1.Kuru ağırlık Tanımı ve Önemi	9
2.7.2. Kuru Ağırlığın Saptama Yöntemleri.....	10
2.7.2.1.Fizik Muayene.....	10
2.7.2.2.Görüntüleme Yöntemleri.....	10
2.7.2.3.Laboratuvar Yöntemleri	10
2.7.2.4.Diğer yöntemler.....	11
2.7.2.5.Biyoimpedans Analiz	11
2.8.Ultrasonografi.....	12
2.8.1. Ultrasonografinin Temel Prensipleri.....	12
2.8.2.Görüntüleme Modları	13

2.8.3.Ultrason Transdüser Tipleri ve Özellikleri.....	13
2.8.4.Ultrasonografide Artefaktlar	14
2.9.Akciğer Odaklı Ultrasonografi	16
2.9.1. Sonotranstorasik Anatomi.....	16
2.9.2. Akciğerde Sonografik İnceleme Alanları.....	17
2.9.3. Akciğer Ultrasonografi Uygulama Tekniği.....	18
2.9.4. Akciğer Ultrasonunda Normal Ve Patolojik Bulgular	18
2.10.Vena Kava Değerlendirmesi.....	28
3. MATERYAL VE METOD	32
3.1. Akciğer USG Uygulama Tekniği ve Skorlama	33
3.2. İVK Değerlendirilmesi ve Ölçüm Tekniği	33
3.3. İstatiksel analiz	34
4.BULGULAR	35
5.TARTIŞMA	40
6.SONUÇ.....	48
7.KAYNAKLAR.....	48

TABLolar ve GRAFİKLER

Tablo 2.1: KBY Tanımı[8].....	2
Tablo 2.2: KBY Evrelemesi[9].	3
Tablo 2.3: KBY Evrelemesi[9].	3
Tablo 2.4: KBY Klinik Özellikleri[16, 17].	4
Tablo 3.1. Modifiye LUS Skorlama Sistemi.....	33
Tablo 4.1. Hastaların Yaş, VKİ, HD Süreleri ve UF Miktarlarının Dağılımları.....	35
Tablo 4.2. Hastaların Cinsiyet, Ek Hastalık ve SDBY Nedenlerinin Dağılımları	35
Tablo 4.3. Hastaların diyaliz öncesi ve sonrasında KAH, SKB, DKB, OKB, SpO ₂ ve Vücut Ağırlıklarının Karşılaştırılması	36
Tablo 4.4 Diyaliz Öncesi ve Diyaliz Sonrası İVK Ölçümleri, Efüzyon Miktarı Karşılaştırılması	37
Grafik 4.1. Hemodiyaliz Öncesi ve Sonrası İVK Maks Değerlerine Göre Hastaların Sıvı Durumları	37
Tablo 4.5. Hastaların Diyaliz Öncesi ve Diyaliz Sonrası Toplam B Çizgi Sayısı, AL B Çizgi Sayısı , Anterior B Çizgi Sayısı ve Posterior B Çizgi Sayılarının Karşılaştırılması.....	38
Tablo 4.6. Delta B Çizgi Sayısı ile Diğer Parametreler Arasındaki İlişki.....	38
Grafik 4. 2. Hemodiyaliz Öncesi ve Sonrası B çizgi Sayısına Göre Hastaların Sıvı Durumları	39
Tablo 4.7. Delta B Çizgi Skorunun UF Miktarı Etkisine İlişkin Kurulan Lineer Regresyon Modeli	39

ŞEKİLLER

Şekil 1: Ultrason problemleri.....	14
Şekil 2: BLUE Noktaları ve PLAPS noktalarının anatomik lokalizasyonları.	18
Şekil 3: Plevranın lineer prob ile elde edilen görüntüsü.....	19
Şekil 4: A Çizgileri.	20
Şekil 5: A Çizgileri	20
Şekil 6: B çizgileri.	22
Şekil 7: B çizgisi.	23
Şekil 8: Lober pnömonili bir hastanın PLAPS noktasında konveks prob ile inceleme yapıldığında elde edilen konsolidasyon görüntüsü.	24
Şekil 9: Stratosfer (barkod) işareti.	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 10: Plevral efüzyonda sağ akciğerin PLAPS noktasına konveks prob ile incelenmesi ile elde edilen sonografik işaretler görülmektedir.....	27
Şekil 11: İVK görüntülenmesi	30
Şekil 12: İVK ölçüm yeri.....	30
Şekil 13: İVK'nın M –modda görüntülenmesi.	31

KISALTMALAR

SDBY: Son Dönem Böbrek Yetmezliği
KBY: Kronik Böbrek Yetmezliği
HD: Hemodiyaliz
US: Ultrasonografi
UF: Ultrafiltrasyon
İVK: İnferior Vena Kava
İVK-Kİ: İnferior Vena Kava Kollapsibilite İndeksi
LUS: Akciğer Ultrasonografisi
GFR: Glomerüler Filtrasyon Hızı
UAE: Üriner Albumin Atılımı
UAKO: Üriner Albumin Kreatinin Oranı
NKF: Ulusal Böbrek Federasyonu
KDIGO: Kidney Disease Improving Global Outcomes
HT: Hipertansiyon
DM: Diyabetes Mellitus
NHANES: Ulusal Sağlık ve Beslenme Değerlendirme Çalışması
TND: Türk Nefroloji Derneği
CREDİT: Türkiyede Kronik Böbrek Hastalığı Prevelansı Çalışması
RRT: Renal Replasman Tedavisi
PD: Periton Diyalizi
KKY: Konjestif Kalp Yetmezliği
ANP: Atrial Natriüretik Peptit
BNP: B-Natriüretik Peptit
BIA: Biyoelektrik Empedans
PAAG: Posterior Anterior Akciğer Grafisi
EKO: Ekokardiyografi
CMP: Siklik Guanidin Monofosfat
PLAPS: Postero Lateral Alveoler/Plevral Sendrom
KOA: Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı
VKİ: Vücut Kitle İndeksi
MS: Multiple Skleroz
SLE: Sistemik Lupus Eritematozis

HÜS: Hemolitik Üremik Sendrom

FMF: Familyal Mediterranean Fever

HSP: Henoch-Shöenlein Purpurası

KAH: Kalp Atım Hızı

SKB: Sistolik Kan Basıncı

DKB: Diyastolik Kan Basıncı

OKB: Ortalama Kan Basıncı

SpO₂: Periferik arteriyel oksijen satürasyonu

İVK min: İnférieur Vena Kava Minimum

İVK maks: İnférieur Vena Kava Maksimum

AL: Antero Lateral

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Volüm yüklenmesi, son dönem böbrek yetmezlikli (SDBY) diyaliz hastalarında dispnenen pulmoner ödeme kadar değişebilen spektrumda bulgu veren tanınması zor ve yaygın bir komplikasyondur. Bu durum hemodiyaliz (HD) hastalarında mortalitenin ana nedeni olan kardiyovasküler komplikasyonların artmasına yol açar[1].Bu nedenle diyaliz esnasında vücuttan kontrollü hızlı sıvı uzaklaştırılması olarak tanımlananultrafiltrasyon (UF) miktarının doğru tespiti klinik öneme sahiptir. Hemodiyaliz hastaları gününbirlik hastalar olduğu için değerlendirmede noninvaziv bir yöntem kullanılması daha uygundur. Ultrasonografi(US) yatak başı yapılabilen düşük maliyetli, radyasyon içermeyen, kullanımı kolay,tekrarlanabilirözellikleri ile ön plandadır.Dolayısıyla vücut sıvısı ve akciğer sıvısını değerlendirmek için tercih edilebilecek bir radyolojik değerlendirme yöntemidir[2].

LUS klinik pratikte ektravasküler akciğer sıvısının güvenilir tahminlerine izin veren yeni ve doğrulanmış bir tekniktir. US ile İVK ölçümleri UF miktarının hesaplanmasında belirleyicidir[3, 4]. Yatak başında yapılan US, henüz asemptomatik hastalarda dahi akciğer sıvısını ve aşırı volüm yükünü ve bunların diyaliz sonrası azalmasını tespit edebilir. Bu gözlemler, hem hemodiyaliz hem de konjestif kalp yetmezliği hastalarında aşırı hacim yükünün tahmin edilmesinde ve tedaviye yanıtın izlenmesinde akciğer ultrasonu ve inferior vena kava ölçümünün kullanımı güçlü bir şekilde desteklemektedir[3]. Biz çalışmamızda SDBY'Lİ konvansiyel hemodiyaliz uygulanan hastalarda hem vena kava ölçümleri hem de LUS ile belirlenen B çizgi sayılarının hastaların sıvı durumu veUF ileilişkinsibelirlemeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KBY Tanımı

Kronik böbrek yetmezliği, 60 ml/dakika'dan daha düşük glomerüler filtrasyon hızı (GFR) veya en az üç ay boyunca böbrek hasarının var olması olarak tanımlanır. GFR çoğunlukla, böbrek işlevinin en iyi genel göstergesi olarak kabul edilmektedir[5]. KBY, artan şiddet düzeylerine göre 5 düzeyde sınıflandırılır[6]. KBY, GFR'de azalmanın sonucu böbreğin sıvı-solüt dengesini ayarlayabilme ile birlikte metabolik endokrin fonksiyonlarında kronik ve ilerleyici bozulma hali olarak da tanımlanabilir[5, 7]. National Kidney Foundation/Kidney Disease Improving Global Outcomes (NKF/KDIGO)'ın 2012raporuna göre KBY tanı kriterleri Tablo 2.1' deki gibidir[8].

Tablo 2.1: Kronik Böbrek Yetmezliği[8].

KBYkriterleri (en az birisi >3 ay mevcut olmalı)	
Böbrek hasarının belirtileri	-Albuminüri(>30mg/24saat); Albumin/kreatinin atılımı (UAKO) >30 mg/gr -idrar sediment anormalliklerinin varlığı -Tübüler bozukluklara bağlı anormalliklerin varlığı -Görüntülemeyle saptanmış yapısal anormalliklerin varlığı - Histolojik olarak saptanmış anormalliklerin varlığı -Böbrek transplantasyonu yapılmış olması
GFR Azalması	GFR<60 ml/dk 1.73 m ²

KBY: Kronik böbrek yetmezliği, UAE: Üriner albumin atılımı, UAKO: Üriner albumin kreatinin oranı, GFR: Glomerüler filtrasyon hızı

2.2. KBY Evrelemesi

KBY evrelemesi ve izlemi için günlük pratikte esas olarak GFR kullanılır. GFR ölçümünde ekzojen belirteçler (inulin ve iotalamid gibi) kullanılabilirse de bu belirteçlerin pratikte kullanımı olmadığından genellikle endojen bir belirteç olarak kreatinin kullanılır. KBY

hastalarında, mortalite açısından önemli bir yeri olan albüminüri KBY evrelemede kullanılabilir[9]. Tablo 2.2’de GFR ve Tablo 2.3’te albuminüri miktarına göre evrelendirme gösterilmiştir.

Tablo2.2: KBY Evreleme[9].

KBY’de GFR evrelemesi		
KBY Evre	GFR (ml/dk/1,73 m2)	Tanım
G1	≥90	Normal ya da yüksek
G2	60-89	Hafif derecede azalmış
G3a	45-59	Hafif-orta derecede azalmış
G3b	30-44	Orta-ağır derecede azalmış
G4	15-29	Ağır derecede azalmış
G5	<15	Böbrek yetmezliği

Tablo 2.3:KBY Evreleme[9].

KBY’de albuminüri evrelemesi		
Evre	Albumin atılım oranı (mg/24 saat)	Tanım
A1	<30	Normal/hafifçe artmış
A2	30-300	Orta derecede artmış
A3	>300	Ağır derecede artmış

2.3.KBY Epidemiyolojisi

SDBY’nin ortaya çıkması ve progresyon hızı, altta yatan hastalığa göre farklılık gösterir. Hipertansiyon (HT) ve diyabetes mellitus (DM) gibi kronik hastalarda KBY gelişimi için yıllara gereksinim varken, hızlı ilerleyen glomerülonefritlerde çok daha kısa süre içerisinde KBY tablosu gelişir. Ulusal Böbrek Federasyonu (NKF)ve Üçüncü Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırma Çalışması [The National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III)] raporuna göre Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) 26 milyona yakın kişi KBY tanısı alırken 20 milyon kişinin ise farklı hastalıklar nedeni ile KBY açısından risk altında olduğu belirlenmiştir[7, 10].Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de KBY insidansı ve prevalansı giderek artmaktadır[11].Türkiye Nefroloji Derneği (TND)tarafından gerçekleştirilen CREDIT (Türkiyede Kronik Böbrek Hastalığı Prevalansı) çalışmasına göre; Türkiye’deki genel erişkin popülasyonda KBY prevalansı yüzde 15,7’dir.Buna göre,

Ülkemizde her 6-7 yetişkinden birinde farklı evrelerde böbrek hastalığı mevcuttur. GFR düşük (<60 ml/dk) olan hasta oranı ise yüzde 5,1 olup, her 20 yetişkinden birisinde kritik düzeyde KBY mevcuttur. Bu oranlara göre, ülkemizde yaklaşık 7,3 milyon erişkinin KBY'den etkilendiği ve bunlardan 2,4 milyon kişinin 60 ml/dk'nın altında GFR'ye (Evre 3-5) sahip olduğu tahmin edilmektedir. Böbrek hasarının göstergesi olan mikroalbüminüri oranı % 10,2, makroalbüminüri oranı ise % 2 bulunmuştur[12]. Sağlık Bakanlığı ve Türk Nefroloji Derneği (TND) verilerine göre ülkemizde 2016 sene sonu itibariyle 56.687 HD 3.508 periton diyalizi (PD) ve 14.280 böbrek nakli olmak üzere toplam 74.475 renal replasman tedavisi (RRT) hastası bulunmaktadır[13].

2.4.SDBY Etiyoloji ve Risk Faktörleri

SDBY oluşumu ve gelişimi açısından risk faktörleri arasında; ileri yaş, ailede KBY yks, böbrek kitlesinde azalma, düşük doğum ağırlığı, ırk, düşük sosyoekonomik durum, düşük eğitim düzeyi, DM, HT, otoimmün hastalıklar, sistemik enfeksiyonlar, üriner enfeksiyonlar, üriner sistem taşları, üriner sistem obstrüksiyonu, ilaç toksisitesi, kontrolsüz hipertansiyon, proteinüri, kötü glisemik kontrol, obezite, dislipidemi, sigara içme sayılabilir[14]. KBY'ye yol açan nedenler ülke, ırk, yaş, cinsiyet gibi faktörlere göre farklılık göstermekle birlikte tüm dünyada bilinen en sık neden diyabetik nefropatidir [15]. Türkiye'de de benzer bir durum söz konusudur. Ülkemizde KBY nedenleri arasında DM ve HT oranları zamanla giderek artış göstermiş, glomerülonefritlerin oranı ise azalmıştır[13].

2.5. KBY'de Klinik Bulgular

Semptom ve bulgular, böbrek yetmezliğinin gelişme hızı ve derecesi ile yakın ilişkilidir. GFR 35-50 ml/dakikanın altına inmedikçe hastalarda semptom ortaya çıkmayabilir. GFR 20-25 ml/dakika olduğu zaman hastada remiye bağlı semptomlar ortaya çıkmaya başlar. GFR 15 ml/dakika olduğunda ise SDBY söz edilir ve hastalar renal transplantasyon ve diyaliz gibi renal replasman tedavilerine ihtiyaç duyarlar[16, 17]. SDBY' de görülen klinik bulgular Tablo 2.4' de özetlenmiştir.

Tablo 2.4: KBY Klinik zellikleri[16, 17].

Sıvı-elektrolit bozuklukları	Hipervolemi-hipovolemi Hiperpotasemi-hipopotasemi Hipernatremi-hiponatremi Metabolik asidoz Hiperfosfatemi Hipokalsemi
------------------------------	---

	Hipermagnezemi
Sinir sistemi	Diyalize bağılı disekilibrium sendromu Konsantrasyon bozuklukları Baş ağrısı İritabilite Stupor-koma Konuşma bozuklukları Uyku bozuklukları Demans Konvülsiyon Polinöropati Yorgunluk Huzursuz bacak sendromu Tik Myoklonus
Gastrointestinal sistem	Bulantı-kusma Gastrointestinal kanama Ülser Hıçkırık Peritonit Gastrit İştahsızlık Pankreatit Motilite bozuklukları Asit
Hematoloji-immünoloji	Normokrom normositer anemi Enfeksiyonlara yatkınlık Eritrosit frajilitesinde artış Kanama Lenfopeni Aşıyla sağlanan immünitede azalma, tüberkülin gibi tanısal testlerde bozulma
Kardiyovasküler sistem	Arteriyel hipertansiyon Konjestif kalp yetmezliği Kardiyomyopati Ateroskleroz Aritmi Kalp kapak problemleri Perikardit
Pulmoner sistem	Plevral sıvı Pulmoner ödem

Cilt	Kaşıntı Hiperpigmentasyon Solukluk Ülserasyon Nekroz
Metabolik-endokrin sistem	Sekonder hiperparatiroidizm Artmış Lipoprotein-a seviyesi Glukoz intoleransı Beta-2 mikroglobulin amiloidozu Malnutrisyon Hiperlipidemi Büyüme geriliği Hipogonadizm İmpotans Libido azalması Hiperprolaktinemi
Kemik	Adinamik kemik hastalığı Renal osteodistrofi
Diğer	Miyopati Yumuşak doku kalsifikasyonu Akkiz renal kistik hastalık Karpal tünel sendromu

2.6.KBY' de Tedavi

KBY'si mevcut olan hastalar için 2002 yılında NKF tarafından hazırlanan tedavi kılavuzunda önerilenler:

1. KBY'ye sebep olan primer hastalığın tedavisi
2. Yetmezliğe ilerlemeyi hızlandıran faktörlerin kontrolü
3. Böbrek fonksiyonlarının azalmasıyla ortaya çıkan komplikasyonların önlenmesi ve tedavisi
4. SDBY evresindeki hastalara renal replasman tedavisinin uygulanmasıdır[18].

SDBY gelişen hastalarda RRT, tedavi temelini oluşturmaktadır. RRT HD, PD ya da böbrek nakli ile sağlanabilir [19].

2.6.1. Renal transplantasyon

İmmüsupresif tedavideki gelişmeler, cerrahi teknikte ve enfeksiyon kontrolünde sağlanan yenilikler renal transplantasyonu daha fazla tercih edilen ve yüz güldürücü RRT seçeneği haline getirmiştir. Uygun şartların olması durumunda gerek morbidite, gerek mortalite, gerekse yaşam kalitesi bakımından en tercih edilebilir uygulama böbrek naklidir. Böbrek transplantasyonu ile hastaların yaşam kalitesi artmakta ve yaşam süreleri uzamaktadır. Özellikle immüsupresif tedavilerin gelişmesi ile birlikte renal transplantasyon başarısında artış olmuştur. Ancak büyük bir cerrahi operasyon gerektirmesi, rejeksiyon riskinin olması ve kullanılan çok sayıda ilacın yan etkilerinin olması gibi dezavantajları da mevcuttur[19].

2.6.2. Diyaliz

Diyaliz, yarı geçirgen bir membran sayesinde, hastanın kanı ile diyalizat solüsyonu arasında sıvı ve elektrolit değişimini hedefleyen bir tedavi biçimidir. Diyalizat solüsyonunda üre, kreatinin bulunmaz ve bu işlem üre ve kreatinin difüzyonu şeklinde yapılır[20, 21]. Bu farklı konsantrasyonlara sahip iki ayrı kompartman arasındaki sıvı-solüt değişimi; difüzyon, UF ve konveksiyon yoluyla gerçekleşir. Difüzyon olayı, solütlerin konsantrasyon farkı, molekül ağırlığı ve membranın direncine bağlı olarak gerçekleşirken, UF iki kompartman arasındaki basınç farkı sayesinde, su moleküllerinin hidrostatik veya ozmotik bir kuvvetle hareket etmeleri sonucu gerçekleşir. HD’de UF’yi sağlayan basınç hidrostatik basınç iken PD bunu sağlayan ozmotik basınçtır. PD arzu edilen UF miktarına ulaşmak için kullanılan diyalizatın glukoz konsantrasyonu değiştirilerek gerekli ozmotik basınç sağlanır[21-23]. Diyaliz HD ve PD olmak üzere iki biçimde uygulanmaktadır.

2.6.2.1. Periton Diyalizi

PD, diyalizatın bir katater ile peritoneal kaviteye verildiği, belirli aralıklarla drene edildiği ve yerine solüsyonun konulduğu bir diyaliz şeklidir. HD’de olduğu gibi toksik maddeler ultrafiltrasyonun oluşturduğu konveksiyonla ve yoğunluk farkının yarattığı difüzyon yolu ile temizlenmektedir. Damar yatağından periton boşluğuna geçiş ve peritoneal boşluktan emilim arasındaki dengeye bağlı olarak solüt ve suyun klerensi sağlanmaktadır. Difüzyon zamanla azalır ve plazma-diyalizat eşitliği sağlandığında solüt ve su klirensi durur. Solüt ve su emilimi periton boşluğundan periton zarı yoluyla periton kapiller dolaşımına ve lenfatik dolaşıma doğru olmaktadır. PD uygun diyaliz solüsyonunu periton boşluğunda bekleterek ve sonrasında uzaklaştırma işlemidir [24].

2.6.2.2 Hemodiyaliz

HDyarı geçirgen bir membran aracılığıyla, farklı konsantrasyonlardaki kan ve diyalizat arasında sıvı ve solütlerin yer değişimi ilkesine dayanmaktadır. Metabolik atık ürünlerin hareketi konsantrasyon farkı nedeniyle dolaşımdan diyalizata doğru olmaktadır. Bu diyalizatın uzaklaştırılması ile hastada mevcut olan sıvı solüt dengesizliği normale getirilmeye çalışılır. HDtedavisinde difüzyon ve ultrafiltrasyon olmak üzere iki temel prensip vardır[19].

İşlem sırasında hastanın kanı, yapay membranlı hemofiltreden sürekli olarak geçirilir. HD işleminin gerçekleşmesi için yeterli kan akımı sağlanmalı ve bir membran ile makine kullanılmalıdır. Kan akışı arteriovenöz fistül, kalıcı tünelli kateter gibi kalıcı vasküler yollar veya geçici diyaliz kateteri gibi geçici vasküler bir yol ile sağlanır. Diyalizat ve kan akımı ters yönlü olduğunda diyalizin etkinliği artmaktadır. Difüzyongemiş hızını konsantrasyon gradienti, membran yüzey alanı, membran kalınlığı ve geçirgenliği, solütlerin boyutu gibi çeşitli faktörler etkilemektedir[19, 25].

2.6.2.2.1. KBY’de Diyaliz Endikasyonları

Diyaliz tedavisinin başlanmasında genel endikasyonlar üremik komplikasyonların (perikardit, plörit, ensefalopati, üremik akciğer, kanama, bulantı- kusma, inatçı kaşıntı, kontrol edilemeyen hipertansiyon vb.) olması, tedaviye yanıtızsız hiperkalemi, diüretik tedavisine rağmen aşırı sıvı yüklenmesi,şiddetli metabolik asidoz varlığı, kanama diyatezi,diyalizle uzaklaştırılabilen ilaç ya da toksin zehirlenmeleri ve azotemidir[19].

2.6.2.2.2. Hemodiyaliz Komplikasyonları

HD’de en sık görülen akut komplikasyonlar hipotansiyon, kas krampları olmakla birlikte bulantı-kusma, baş ağrısı, göğüs, sırt ağrısı ve antikoagülasyonasekonder kanama karşılaşılan diğer komplikasyonlardır.Ek olarak aşırı duyarlılık reaksiyonu, aritmi, kalp tamponadı, intrakranial kanama, epileptik nöbet, hava embolisi, kardiyopulmoner arrest gibi ciddi komplikasyonlarla daha az karşılaşılr[19].

HD’nin kronik komplikasyonlarıarasında metastatik kalsifikasyon,kaşıntı, uykusuzluk, kronik yorgunluk, üremik ensefalopati, renal osteodistrofi, alüminyum toksisitesi, anemi, kanama diyatezi, lökopeni, hipokomplementemi, enfeksiyona eğilim, kalp yetmezliği, perikardit,serözit,cilt nekrozu, seksüel fonksiyon bozukluğu, üremik periferik nöropati, hepatit, HIV enfeksiyonu, fistül komplikasyonları, büyüme-gelişme geriliği, malnütrisyon,diyaliz amiloidozu, psikososyal sorunlar sıralanabilir[19].

2.7.Hemodiyaliz Hastalarında Kuru Ağırlık

2.7.1.Kuru ağırlık Tanımı ve Önemi

SDBY olan hastalarda volüm düzenleme kabiliyeti azalmıştır.Bu hastalarda sıklıkla idrar miktarı da azaldığı için, hemen daima volüm fazlalığı vardır ve diyaliz sırasında bu volüm yükünün uzaklaştırılması gerekir. Düzeltilmesi gereken bu volümfazlalığının miktarı, hastanın tahmin edilen "kuru ağırlığına" göre belirlenir.Normalböbreğe sahip olan bir insanın, bulunduğu kilosunda tamamen normal bir sıvı volümüne sahip olduğu düşünülürse, kuru ağırlık HDhastasının olması gereken normalvücut ağırlığı olarak tanımlanabilir. Klasik olarak ise kuru ağırlık, hastanın bir diyalizseansının bitiminde olması gereken ve bu değerin altında (normoalbuminemikbir hastada bulgu verecek şekilde) hipotansiyonun geliştiği, daha üzerinde isehipertansiyon ya da ödem gibi hipervolemi bulgularının ortaya çıktığı vücut ağırlığı olarak tanımlanmaktadır[26].

SDBY hastalarında hem basınç hem de sıvı yükünün artması nedeniyle sol ventrikülün iş yükü artmaktadır. Hipertansiyon, ateroskleroz ve aort darlığı basınç artışına neden olurken, anemi (kronik hastalık anemisi), hücre dışı sıvı yükü ve arteriovenöz fistüller gibi faktörler ise volüm artışına neden olmaktadır. Tüm bunlar sol ventrikül hipertrofisine neden olmaktadır[27, 28]. Sol ventrikül hipertrofisi ise başlangıçta kompensatuvar bir mekanizma iken ilerleyen dönemlerde; hücresel düzeyde iskemiye bağlı olarak miyositlerde enerji açığına neden olmakta, hücresel ölümle sonlanmakta ve son olarak da sol ventrikül dilatasyonuna neden olmaktadır[29].

Bu hastalardakivolüm yükü KKY, ateroskleroz gibi SDBY’nde mortaliteve morbiditeden sorumlu en önemli faktörlerden birisidir. Çünkü artık basınç ve volüm yüküne yeterli toleransı gösteremeyecek birkardiyovasküler sistem vardır. Volüm durumunun yetersiz tayini bir kısır döngüyü doğurmaktadır. Volüm fazlalığı, basınç yükü, sol ventrikül hipertrofisi, miyosit ölümü,sol ventrikül diyastol volüm toleransının azalması, daha fazla volüm yükü meydana getirir.Sonuç olarak, diyaliz hastalarındaki hipervolemi durumu konjestif kalp yetmezliği gelişimi ve artmış mortalite ile ilişkilidir[1].

Bu sebeple hemodiyaliz hastalarında volüm yükünün doğru tayini ve persistan hipervoleminin önlenmesi mortalite ve morbidite açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle, bu hastaların volüm durumunu değerlendirebilmek için daha duyarlı yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır[30]. Hacim fazlalığının teşhisi ve kuru tahmini ağırlık büyük ölçüde klinik kriterlere dayanmaktadır ve herkesin bildiği gibi zayıf teşhis doğruluğuna sahiptir. Kuru

ağırlığı değerlendirmek ve subklinik hacmi teşhis etmek için doğru ve objektif arayış yöntemleri son yıllarda dikkat çekicidir[31, 32]. Bu teknikler arasında atriyal natriüretik peptid (ANP) ve siklik guanidin monofosfat (cGMP) tayini, biyoimpedans analizi ve biyoimpedans spektroskopisi, kan volümü monitörizasyonu ve İVK ölçümü bulunmaktadır. Bu yöntemlerden hiçbiri altın standart değildir. Fakat tekrarlanabilir, güvenilir, ucuz ve noninvazif tetkik olması nedeni ile İVK'nın US ile ölçümünün, özellikle sağ kalp patolojisi olmayan hastalarda volüm durumunun belirlenmesinde yararlı bir veri olduğu öne sürülmüştür[33]. Biyoimpedans spektroskopisi(BİA) yaygın olarak kullanılırken LUS, ektravasküler sıvı hacmi için güvenilir tahminler sağlar[31, 34].

2.7.2. Kuru Ağırlığın Saptama Yöntemleri

2.7.2.1.Fizik Muayene

Volüm fazlalığını belirlemede fizik muayene yol göstericidir. Bunların başlıcaları;ödem, dispne, ortopne, konjestif hepatomegali, galo ritmi, akciğerlerde inspiryum sonu krepitan raller, kan basıncının değişik derecelerde yüksekliği, boyunda venöz dolgunluk, telekardiyogramda kardiyotorasik indeks artışı ve perihiler pulmoner konjesyondur. Hastada bu bulgu ve belirtilerin birkaçının bulunması, volüm fazlalığı tanısı yönünden son derece değerli olacaktır[33]. Ancak bu bulguların ortaya çıkabilmesi için, sıvı artışının genellikle normalin en az %5 veya daha fazlası kadar artmış olması gerekir. Ayrıca, hemen hiçbiri yalnızca sıvı dengesizliğine spesifik bulgular değildir. Ödem saptanan bir hastada, hipervolemi mutlaka vardır, ama ödemin saptanmadığı durumlarda da (ılımlı hipervolemi) 5-6 litre kadar sıvı fazlalığı olabilir. Böylesi olgularda yön gösteren non-invaziv iki yöntem vardır: kan basıncı ölçümü ve radyografi ile değerlendirilen kardiyotorasik indeks. Hipertansiyonu olan bir hastada, kardiyotorasik indeks 0.5'ten fazla ise, hipervolemi olduğu yüksek ihtimaldir ve UFile hastanın vücut ağırlığı azaltılmalıdır. Genel görüş, tek başına klinik değerlendirmenin “kuru ağırlığı”doğru tahmin etmede kesinlik kazanamadığıdır[35].

2.7.2.2.Görüntüleme Yöntemleri

Postero-anterior akciğer grafisi (PAAG), Ekokardiyografi(EKO),LUSveİVKçapı ölçümü de volüm tayininde değerli bilgiler sunar.

2.7.2.3.Laboratuvar Yöntemleri

Serum Atrial Natriüretik Peptit (ANP), B-Natriüretik Peptit(BNP) ölçülmesi. Bu yöntemler ise, volüm durumu dışında kardiyakfonksiyonlardan da fazlaca etkilenmesi sebebiyle hastanın volüm yükünü kesin olarak yansıtmada konusunda hala tartışmalıdır[36].

2.7.2.4.Diğer yöntemler

Total vücut sıvısı için döteryum[37], ekstraselüler sıvı için bromid[38], intrasellüler sıvı için de izotop potasyum (K40) kullanılan dilüsyon yöntemleri, vücut sıvı hacmi ölçümü için referans yöntemler olarak kabul edilmektedir. Fakat, bu yöntemler invaziv ve kütle spektrometri ile radyoizotop maliyeti gerektirdiğinden çok pahalı yöntemlerdir. Ayrıca radyoizotop birikiminden dolayı kısa zaman aralıklarıyla tekrarlanamazlar.

Hasta volüm durumunu klinik değerlendirme ile birlikte belirlemek sıklıkla hatalı ve subjektif sonuç verdiği için, vücut ağırlığı değişimi, kan hacmi monitörü, BİA, BNP, İVK çap ölçümü ve LUS'u kapsayan daha önce "5B" yaklaşımı olarak önerilen kapsamlı bir değerlendirme stratejisi gibi teknikler son zamanlarda kullanılmaktadır [39]. Bunlar arasında, LUS, SDBY hastalarında ekstraselüler akciğer sıvısına bağlı konjesyonu doğru bir şekilde tahmin etme kapasitesi sayesinde son zamanlarda ilgi odağı olmayı başarmıştır [35].

Relatif kan hacmi izlemenin amacı, kan hacmindeki diyaliz esnasında değişiklikleri ölçmektir. Relatif kan hacmi izlemenin diyaliz esnasında hipotansiyonu belirtmek için yararlı olabileceği gösterilmiştir[40]. Ek olarak, relatif kan hacmindeki bir değişikliğin sıvı durumu hakkında bilgi sağlayabileceği bildirilmiştir[41].

2.7.2.5.Biyoiimpedans Analiz

BİA ölçümü, biyolojik dokuların elektriksel özelliklerine dayalıdır. Düşük frekanslı akım hücreden direkt geçemez iken ekstraselüler sıvıdan geçebilir. BİA yardımıyla vücut sıvı kompozisyonu, yağsız vücut kitlesi gibi bileşenler hakkında da bilgi edinilebilir[42]. Genel olarak, sıvı durumunu değerlendirmek için klinik olarak yararlı bir araç olmasına rağmen, yüksek vücut kitle indeksine sahip hastalarda doğruluğunun sınırlı olduğunu belirtmek gerekir[43].

2.8.Ultrasonografi

2.8.1.Ultrasonografinin Temel Prensipleri

Ultrasonografi Fiziği

US, ses dalgaları aracılığıyla görüntü elde edebilmesini sağlayan ve uzun yıllardır tıpta kullanılan bir yöntemdir. Çalışma prensibi; vücuda yüksek frekanslı ses dalgaları göndererek,farklı yoğunluktaki dokulardan yansiyarak dönen dalgaların algılanması ve bir işlemci yardımıyla görüntüye dönüştürülmesidir. Ses dalgası frekans ve dalga boyu ile ifade edilir. Frekans bir saniye içerisinde oluşan dalga sayısıdır. Birimi Hertz (Hz)olarak ifade edilir. Bir dalganın başlaması ve sona ermesi bir siklus, bu siklusun ölçülebilir olan mesafesi ise dalgaboyu olarak adlandırılır. Ses mekanik bir basınç dalgasıdır. Yayılabilmesi için hava, su, doku gibi bir ortama ihtiyaç duyar ve bulunduğu ortamdaki partiküllerin ileri ve geriye doğru hareketine neden olur. İnsan kulağı 20-20000 Hz aralığındaki sesleri duyabildiğinden 20 bin Hz'in üzeri ses olarak algılanmaz. Tanısal radyolojide genellikle 2,5 MHz ile 14 MHz aralığındaki ses dalgaları kullanılır. Ses dalgalarının frekansı azaldıkça dalga boyunun artması nedeniyle daha derin dokulara penetrasyonu artar, frekans arttıkça da dalga boyunun kısalması nedeniyle dokuya penetrasyonu zayıflar. US çalışma prensibinin temelinde piezo-elektrikmekanizması yatmaktadır. Piezo-elektrik mekanizması,kuartz gibi bazı kristallere elektrik enerjisi uygulandığında kristaller şekil değiştirerek, genişleyip daralmakta,bu titreşimler de ses dalgalarının oluşmasına neden olmaktadır. Dokuya yayılan bu ses dalgaları ortamın özelliklerine göre yayılmakta ve bir kısmı geri dönmektedir. Bu dönen ses dalgası (eko olarak da isimlendirilmektedir) piezo-elektrik kristallerinin şeklinin yeniden değişmesine,bunun sonucunda da akustik enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesine ve gri skalada görüntünün ortaya çıkmasına neden olur. Bu şekilde enerji çevirici maddelere transduser,bunu taşıyan başlığa da prob (başlık) adı verilir. Ses dokulardan geçerken,absorbsiyon ve yansıma nedeniyle yoğunluğu azalır. Absorbsiyon sesin frekansı,dokunun absorbsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılıdır. Suyun absorbsiyon katsayısı çok düşük,kemiğin ise yüksektir. Bu nedenle,ses sıvılardan zayıflamadan geçer[44].

Her dokunun ses dalgasıyla karşılaşınca farklı direnci vardır. Bu durum dokuların ekranda farklı gözükmesine neden olur.Kemik korteks ve kalsifiye dokular fazlaca yansıtıcı olduğu için beyaza yakın gri renkte-hiperekoik, yani ekojen olarak görünürken,sıvılar (mesane ve damarlar) ses dalgalarını iyi geçirdiği için geri yansıma çok az olur ve görüntü

siyaha yakın gri-anekoik olarak oluşur. Karaciğer gibi yumuşak dokular ise arada homojeniteye sahiptir ve orta düzeyde hipoeikoikgri olarak görüntülenmektedir[45].

2.8.2.Görüntüleme Modları

B Mod: Brightness (Parlaklık) mod da denilir. US’de en sık kullanılan temel moddur. Probtan çıkan ses dalgaları farklı dokular içinde farklı miktarda yayılır, kırılır ve yansırak geri döner. Geri dönen ses dalgaları prob tarafından algılanarak ve bilgisayarda grinin farklı tonlarında 2 boyutlu görüntü şeklinde dönüştürülür[44].Bu nedenle bu mod 2D olarak da isimlendirilir.

M Mod: Motion (M-Hareket) modudur. İki boyutlu görüntü elde edildikten sonra M mod tarama çizgisi, değerlendirilmek istenen yapıların üzerine getirilir,bu tarama çizgisi üzerindeki her yapı Y aksında gösterilir. X aksı ise zamandır. Böylece tarama çizgisi üzerindeki yer alan yapının zamana karşı hareketi görüntülenmiş olur. Kardiyolojik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılır[44].

Doppler Mod: Sabit frekansla ses veren hareketli bir kaynağın yaklaştıkça daha tiz uzaklaştıkça daha kalın bir ses işitilmesi esasına dayanır. Görüntülenen hareketli bir yapının probdan uzaklaşıyor veya yakınlaşıyor olmasına göre hız ve yönle ilişkili olarak görüntü oluşturma prensibine dayalı bir moddur. Renkli doopler B moddaki görüntü üzerinde doku veya kan hareketini renk kodlarıyla renklendirerek görüntülenmesini sağlar[44].

Power doppler, renkli dopplerin aksine akım hızı ve yönü hakkında bilgi vermez iken, dönen frekans genişliğini ve çok düşük akımları ölçerek özellikle organ içindeki kan akımının varlığını belirlemektedir.Over torsiyonu veya testiküler değerlendirme gibi vasküler acillerde kullanılır.

2.8.3.Ultrason Transdüser Tipleri ve Özellikleri

US’de prob seçimi, görüntülenmek istenen dokunun sonografik özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenir (Şekil 1).



Şekil 1: Ultrason probları.

Düz (Lineer) Prob: Ses dalgaları dokuya birbirine paralel olarak gönderilir. Yüksek frekanslı (8-20MHz) ses dalgaları olması nedeniyle dokuyla daha çok etkileşime gireceği için penetrasyonu zayıftır. Bu nedenle yüzeysel yapıların incelenmesinde ve vasküler girişimlerde kullanılır. Özellikle LUS'da plevranın değerlendirilmesinde etkilidir.

KonveksProb: Geniş alanları taramak için iyi bir seçenektir. 1-8 MHz frekansında ses dalgası oluşturur. Düşük frekanslı olması nedeniyle dokuya mükemmel penetre olarak derin dokuların görüntülenmesinde kullanılabilir. Abdominal organların görüntülenmesinde ilk tercihtir. İVK görüntülenmesinde kullanılır. LUS'da plevra ve akciğer parankimini değerlendirilmesinde kullanılır[46].

Faz array Prob (Faz diziliimli, sektör): Kardiyak problar ise ses dalgalarının tek noktada oluşturulup yayıldığı kaplama alanı dar (footprint) problardır. 1-5 MHz frekansında ses dalgası oluşturur. Düşük frekansı nedeniyle derin dokular görüntülenebilirken küçük yapısı sayesinde iki kosta arasına yerleştirilip dar pencereden detaylı görüntüleme yapılabilir[47].

2.8.4.Ultrasonografide Artefaktlar

US'de artefakt, görüntülenmek istenen yapının anatomisinden veya US cihazının çalışma prensibinden kaynaklanan normalde olmayan ve istenmeyen bir görüntünün oluşmasıdır. Bunların bir kısmı beklenen artefaktlar iken bir kısmı da patolojik durumlarda ortaya çıkan artefaktlardır. Özellikle LUS'da kemik ve hava içeriğinin fazla olması nedeniyle çok sayıda artefakt oluşurken ve bunlar LUS'un doğru yorumlanmasında yardımcı olabilirler.

Reverbasyon Artefaktı(Çoklu Yankılanma): Birbirine paralel,ekojenitesi yüksek,iki yüzey arasında tekrarlayan yansımalarla bağlı ortaya çıkar. Yansıyan ses dalgaları,birbirinden farklı zamanlarda proba döndükleri için de aşağıya doğru birbirinden eşit aralıklarla aşağıya uzanan bantlar şeklinde görülürler. Bu sebeple her yankılanmada fazladan bir görüntü oluşur. Sağlıklı akciğer dokusunda görülür. LUS'da plevral yüzeyde oluşan reverberasyon ile meydana gelen bir takım horizontal çizgilere A çizgisi denir[48].

Ayna Artefaktı: Görüntülenmek istenen yapının yakınında diyafram gibi kuvvetli bir yansıtıcı yüzey olduğunda, bu yapının yansıtıcı yüzeyin diğer tarafında reprezentasyonunu görürüz. Dokuların değerlendirilmesini kolaylaştırdığından faydalanılan bir artefaktır.Normalkoşullarda oluşması gereken bir artefakt olduğundan,yokluğunda patolojik durumların varlığı akla gelmelidir. İki yapı arasında geniş kavisli yüzey olması durumunda meydana gelir.LUS' da diyaframın arkasında oluşan karaciğerin ayna görüntüsü ve distandü mesanede pelviste ikinci bir mesane görüntüsü bu artefakt sonucu oluşur[44].

Kuyruklu Yıldız Artefaktı: Ses dalgaları hava kabarcığı, biyopsi iğnesi, kurşun saçması gibi kendisini titreştirecek çok kuvvetli bir yüzeyle karşılaştığında yüzeyin arkasında oluşan hiperekojen ışınal artefaktlardır.

Akustik Gölgeleme: Yansıtıcı yüzeylerin gerisinde ortaya çıkan gölgeleme.Ses dalgalarının tamamını yansıtan hiperekojenik yapılar (kemik doku, kalsifiye taşlar) arkasında oluşan siyah band şeklinde anekojen artefaktır. Safra taşı ve üriner sistem taşında belirgin görülmektedir[44].

Akustik Güçlenme veya Posterior Akustik Gölgeleme:Ses dalgaları sıvı dolu yapılar (zayıf ekojen) içinden geçerken etkileşmez ve zayıflamadan ilerler. Sıvının arkasında yapıya çarpan ses dalgaları, artarak geri döner,sıvının arkasındaki doku daha parlak görünür. Bu şekilde sıvı dolu yapı pencere görevi yaparak arka tarafındaki yapının daha parlak (daha ekojenik) görüntülenmesine neden olur. Buna akustik güçlenme denir. Örneğin dolu bir mesane, pelvik incelemede ideal bir akustik penceredir[44].

Kırılma (Kenar) Artefaktı: Ses dalgalarının farklı ortamlarda farklı hızlarda yayılma özelliğinden ileri gelen, yuvarlak kistik yapıların kenarlarındaki doğrusal bir hat gibi görülen hipoekoik artefaktlardır. Kistik yapılar ile çevresindeki dokunun yoğunluk farkından kaynaklanır[44].

2.9.Akciğer Odaklı Ultrasonografi

Teknolojik gelişmeler ile hem US cihazlarının kalitesi artmakta hem de kullanımı kolaylaşmaktadır. Elde kullanılan US veya EKO cihazları kolay ulaşılabilir ve taşınabilir tanısal cihazlardır. Öte yandan kullanımı kolay ve yan etki profilidüşük olsa da US kullanımının da kısıtlayıcı yanları vardır. Öncelikle US kullanıcıya bağlı bir yöntemdir ve farklı kişilerin aynı klinik tabloyu farklı değerlendirmesi olasıdır. Bu durum kullanımı giderek yaygınlaşan US'nin uygun eğitim almış ve yeterli tecrübeye sahip kişilerce yapılmasının önemini ortaya koymaktadır. Ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılacak US cihazlarının çok karmaşık parametreler içeren ve son teknoloji ürünü cihazlar olması şart değildir. Akciğer US'si konusunda söz sahibi olan Dr.Daniel Lichtenstein,LUS için 1991 yılından beri aynı probu kullandığını ve o dönemin teknolojisinin LUS için yeterli olduğunu belirtmektedir[48]. LUS için kullanılacak cihazların kullanımının ve transferinin kolay olması tavsiye edilen özelliklerindendir. [49].

Lineer prob (5-12MHz)plevral yapıların değerlendirilmesi için yeterlidir, daha derin yapıların değerlendirilmesi için konveks prob (2-5MHz) gerekir. Konveks prob artefakt sonucu oluşan A ve B çizgilerinin incelenmesi için yeterli derinlikte görüntü oluşturulabilmesini sağlarken, lineer prob ile plevral kayma hareketi daha iyi değerlendirilebilir[50, 51].Fazprob (3-4,5 MHz): hem düşük frekanslı olması derin dokuları iyi göstermesi hem de kot aralarından rahatça görüntü alabilme avantajı nedeniyle uygundur. Kardiyologlar tarafından da, EKO'da kullanıldığı için kardiyak prob olarak da isimlendirilir. 0.6-17 cm arasında derinlik gösterebilmektedir. Tüm bu avantajları nedeniyle akciğer görüntülemesinde en uygun prob olarak belirtilmiştir.

2.9.1.Sonotranstorasik Anatomi

Akciğerde US kullanımının gecikmesindeki temel nedenlerden biri toraksın anatomik yapısıdır. Toraksın kemik yapısı plevral yüzeyin yaklaşık olarak %70'inin incelenmesine müsaade eder. Ciltten itibaren subkütan doku, kostaların posterior gölgelenmeleri ve plevra torasik görüntü penceresini oluşturan temel yapılardır. Subkutan doku ve interkostal kasların kalınlığına bağlı olarak kostaların yüzeyinden yaklaşık 0,5-1 cm derinliğinde görüntülenen hiperekoik plevra en önemli anatomik yapıyı oluşturur. Kostaların iç yüzeyinde parietal plevra, akciğerlerindış yüzeylerinde viseral plevra yer alır. İki plevra yaklaşık 5 mikron kalınlığındadır ve ultrasonda tek bir hiperekoik çizgi olarak oldukça iyi görünürler.

Plevraların arası solunumla kaymayı kolaylaştıran ince bir plevral sıvı tabakası ile desteklenir. Visseral plevra derininde, interlobüler septa tarafından ayrılmış lobüller içinde,milyonlarca hava dolu alveoller bulunur[52]. Visseral plevranın altındaki hava,ultrason dalgalarının penetrasyonuna akustik bir bariyer görevi görürken, sıvı ultrason dalgalarının iletimini kolaylaştırır. Bu nedenle, normal sağlıklı insanlarda plevral yüzey kolaylıkla görüntülenebilirken, altındaki akciğer görüntülenemez[53]. Diğer yandan akut akciğer hastalıklarının tamamına yakını yüzeye temas eder ve bu temel bilgi bile ilk görüşte paradoksal gibi görünen LUS'un değerini açıklar. Bilinmesi gereken en önemli şeylerden biri neredeyse tüm işaretlerin plevral çizgiden kaynaklandığıdır [54]. İki kosta gölgelenmesi ve plevral hat kanatlarını açmış yarasa şekline benzetilmiştir [54-56].

2.9.2.Akciğerde Sonografik İnceleme Alanları

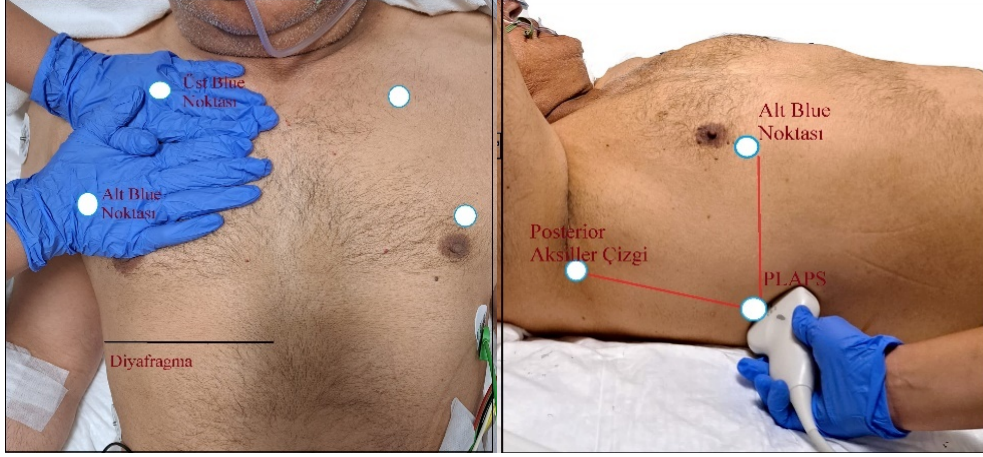
Göğsün bölmelere ayrılması kolaylık ve takip açısından standardizasyon sağlar. Akciğer kabaca anterior, lateral ve posterior olarak üç bölgeye ayrılır. Anterior bölge sternum ile ön aksiller çizgi arasında yer alan bölgedir. Üst sınır klavikula, alt sınır diyafragma ile sınırlandırılır. Lateral bölge orta aksiller çizginin diyafragma ile kesiştiği alanda incelenir. Posterior bölge ise yine alt sınırını diyafragma çizgisi oluşturacak şekilde posterior aksiller çizgi ve vertebra arasında kalan alandır. Posterior bölgede üst alanlar kördür. Yoğun bakım hastası için posterior inceleme her zaman mümkün olmamaktadır. Anterior akciğer muayenesi noktaları üst lob ve sağ orta lob ile uyumlu iken,orta aksiller ve posterior muayene noktaları alt lob ile uyumludur[52].

İnceleme alanları klinik duruma göre değişir. Klinik sendromlarda farklı otörler farklı noktalardan oluşan inceleme alanları tanımlamışlardır. Bunlar BLUE noktası,PLAPS noktası, temel sekiz bölge ya da daha ayrıntılı inceleme alanları olarak tanımlanmıştır. Lichtenstein alveolar interstisyel sendrom tanısı için BLUE noktası ismini verdiği, her bir hemitoraks için üç tane, toplamda altı adet temel analiz noktaları tanımlamıştır. Bunlar anterior bölgede birinci ve ikinci BLUE noktası ve semiposterior bölgede PLAPS (Postero-lateral Alveoler/Plevral Sendrom) noktasıdır[57]. Hastanın eli büyüklüğünde bir el, başparmaklar dışarıda olacak şekilde, üst elin beşinci parmağı klavikula altında, parmak uçları sternum hizasında,el bileği ön aksiller çizgide olacak şekilde yerleştirilir. Yukarıdaki elin 3. ve 4.parmakları arasındaki nokta üst BLUE noktası iken,alttaki elin ayasının ortası alt BLUE noktasıdır. Bu nokta erkek yetişkinlerde genellikle meme ucuna yakındır. PLAPS noktası

ikinci BLUE noktasının posterior aksiller çizgi ile kesiştiği alandır. Diyafragma ikinci elin alt sınırı ile belirlenir ve her üç bölgede akciğerin alt sınırını oluşturur (Şekil 2)[58].

2.9.3. Akciğer Ultrasonografi Uygulama Tekniği

Akciğerin sonografik incelemelerinde klinik duruma göre değişmekle beraber lineer, konveks, faz prob kullanılabilir.



Şekil 2:BLUE Noktaları ve PLAPS noktalarının anatomik lokalizasyonları. Yukarıdaki elin 3.ve 4. Parmakları arasındaki nokta üst BLUE noktası iken, alttaki elin ayasının ortası alt BLUE noktasıdır. PLAPS noktası ise ikinci BLUE noktasının posterior aksiller çizgi ile kesiştiği alandır. PLAPS: Postero-lateral Alveolar/Plevral Sendrom.

Akciğer İşaretleri ve Görüntüleri

Akciğerin sonografik incelenmesi, esas olarak artefaktların analizine ve imajların değerlendirilmesine dayanmaktadır. Normal ve patolojik durumlarda ortaya çıkan sonografik işaretler LUS'u yorumlamada kullanılan temel görüntü modaliteleridir.

2.9.4. Akciğer Ultrasonunda Normal Ve Patolojik Bulgular

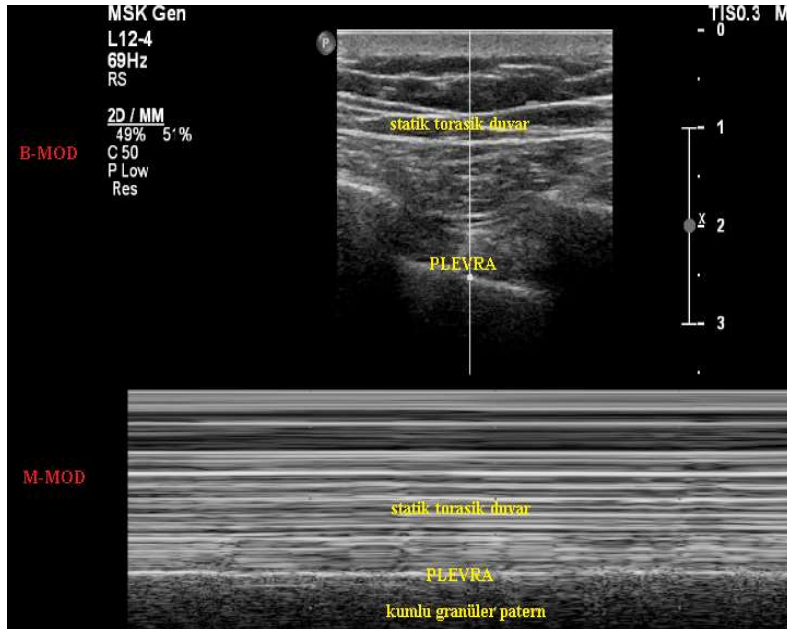
Cilt altı amfizem dışında tüm akciğer US görüntüleri plevral çizgiye bağlı ortaya çıkar.

Normal Akciğer İşaretleri

Akciğer Kayma (Lung Sliding) Hareketi: Sağlıklı bir akciğerde, visseral ve parietal plevra tek bir hiperekoik çizgi olarak görülür. Nefes alıp vermekle birlikte iki plevra yaprağı birbirini üzerinde hareket eder ve LUS'da visseral plevranın hareketi 'karınca yürüyüşü' benzeri hiperekoik parlamalar oluşturur. Bu görüntüye akciğer kayma hareketi (lung sliding) denir. Plevral kayma hareketleri yüksek frekanslı lineer prob ile daha net değerlendirilir. Fizyolojik bir görüntüdür ve akciğer kayma hareketinin kaybolması çoğu zaman bir patolojiyi

gösterir[59]. Herhangi bir nedenle havalanmayan, hareketsiz akciğer, apne, özefagus entübasyonu, pnömotoraks, plörodezis, akciğer hacim kaybı (tam atelektazi, ana segment entübasyonu, mukus tıkaçı, pnömonektomi), cilt altı amfizem gibi durumlarda akciğer kayma işareti gözlenmeyebilir[60][61].

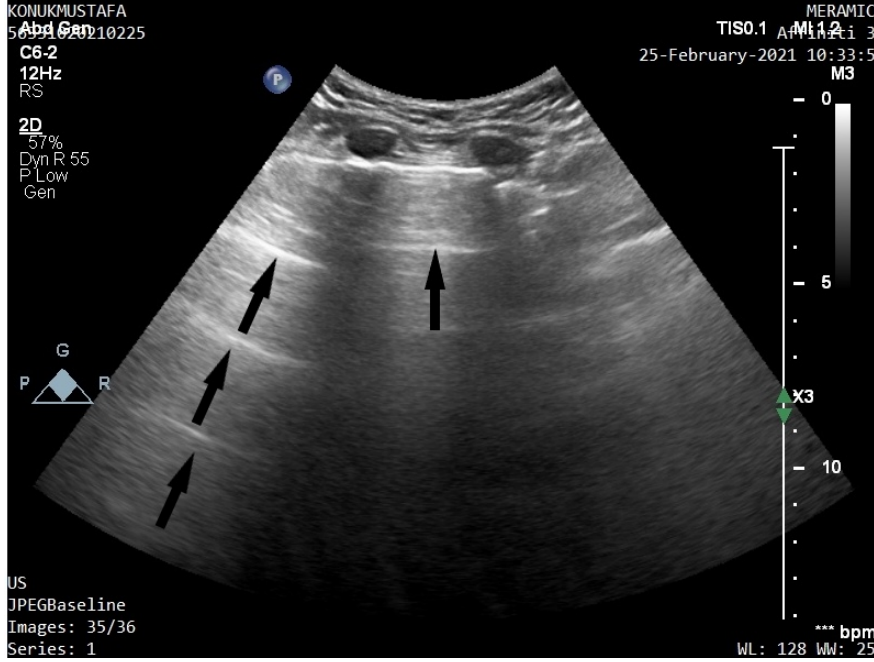
Deniz Kenarı İşareti (Seashore Sign): Akciğer kayma işareti M-modunda görüntülendiğinde, bu işarete ‘deniz kenarı işareti’ adı verilir. Visseral ve parietal interkostal kasların altında tek bir hiperekoik çizgi olarak görünür. Cilt altı hareketsiz dokular, sahile doğru gelen dalgalara benzer yatay doğrusal bir görünüm oluşturur. Plevral çizgilerin altında tespit edilen ventilasyonun plevraya yansıma hareketi ise granüler yapıdadır ve bu görüntü M modunda plaj kumuna benzemektedir. Plevra, hareketsiz doku ve granüler paternden oluşan bu görüntüye ‘deniz kenarı işareti’ denir (Şekil 3)[48, 62, 63].



Şekil 3: Plevranın lineer prob ile elde edilen görüntüsü. Her iki kosta ve gölgelenmeleri ekranın yantarafında olacak şekilde görüntü penceresi oluşturulmuştur. Kostaların altında plevra hiperekoik olarak yer alır. **Deniz kenarı işareti:** Aynı görüntü M-modda incelendiğinde deniz kenarı görünümü ortaya çıkar

A Çizgileri:Reverbasyon artefaktı sonucu oluşan akciğer parankiminde görülen, plevraya paralel kabaca horizontal yerleşimli hiperekojen çizgilerdir. Plevra altındaki hava, US dalgalarının plevral çizgiyi geçmesini önler. Sonografik dalgaların transduser ile plevra çizgisi arasında ileri ve geri yansıması ile A çizgileri olarak bilinen, sonsuza dek devam eden yankılanma artefaktları oluşur (Şekil 4,5)[64]. İki ardışık A çizgisi arasındaki mesafe,

transduser ile plevra çizgisi arasındaki mesafeye eşittir. Çoklu reverbasyonların oluşması için ultrason dalgalarının yönü pleval yüzeye dik olmalıdır. A çizgileri ile beraber akciğer kayma hareketinin olması görüntülenen bölgede alveolar havanın mevcudiyetini gösterir. A çizgileri bazı pnömotoraks olgularında görülebilir. Pulmoner ödem gibi patolojik durumlar A çizgilerinin oluşmasını engeller[54].



Şekil 4:A Çizgileri. Konveks prob kullanılarak akciğer anteriorunda elde edilen sağlıklı akciğer görüntüsü



Şekil 5:A Çizgileri

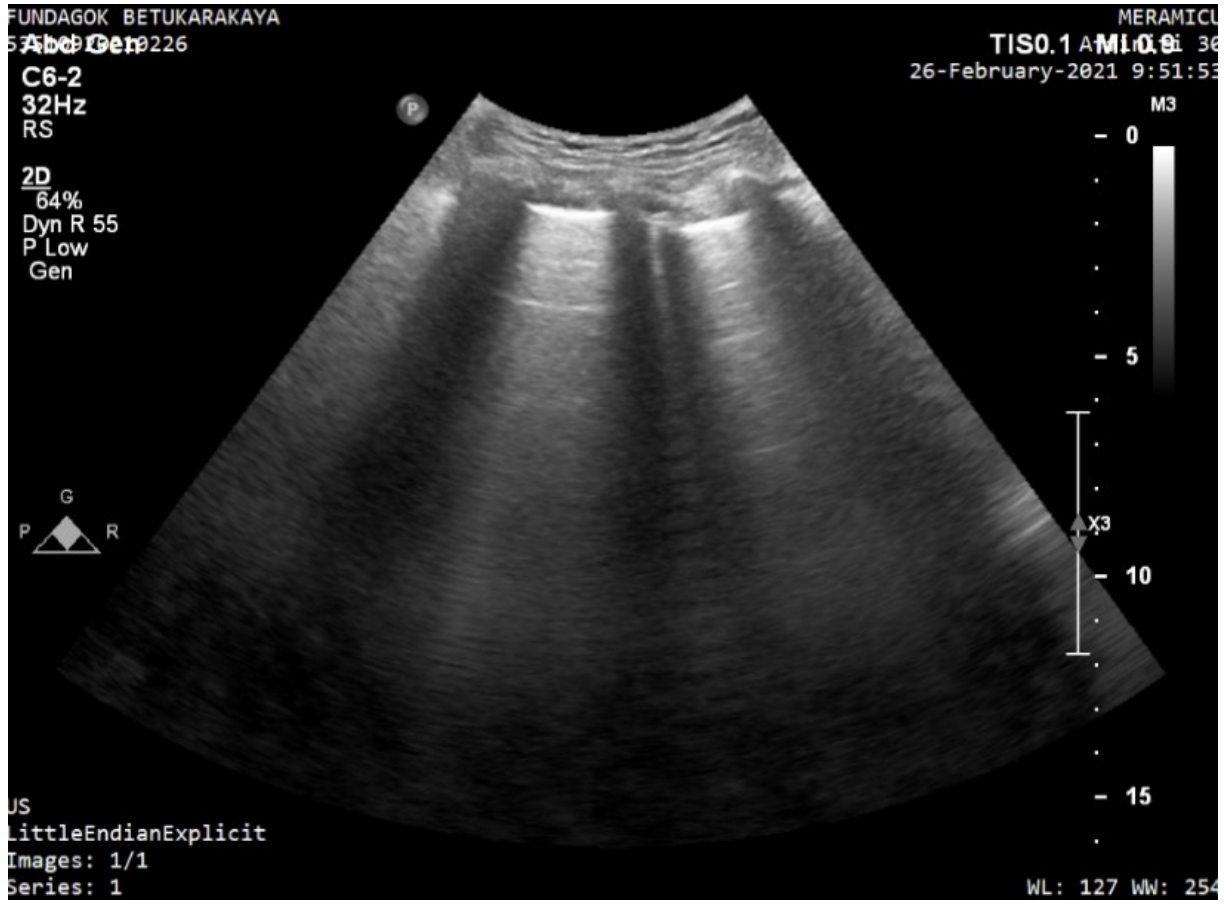
Akciğer Patolojilerinin Sınıflandırılması ve Patolojik Akciğer İşaretleri

Akciğer patolojileri interstisyel, alveoler, plevral sendrom olmak üzere üç büyük grupta toplanabilir.

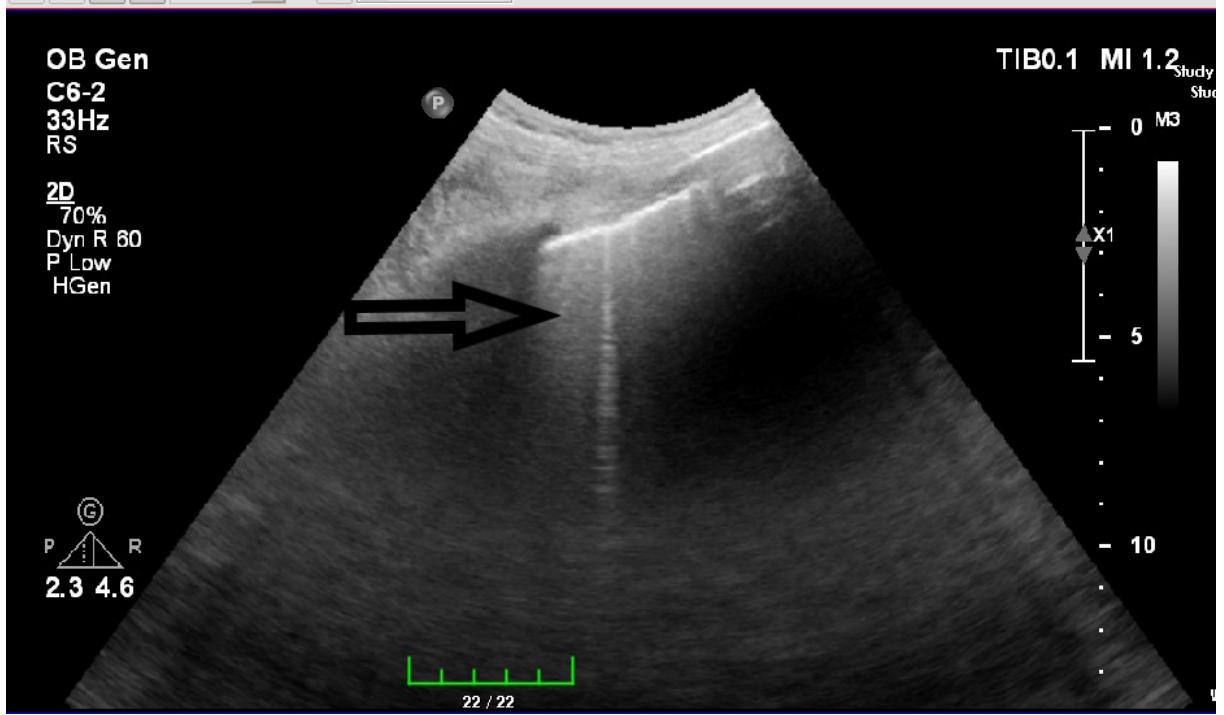
İnterstisyel Sendrom ve B Çizgileri: Ultrason dalgaları yumuşak dokuları geçer ve akciğer yüzeyine ulaşır. Eğer interlobüler septa hidrostatik veya inflamatuvar sıvı (örn; artmış ekstravasküler akciğer sıvısı, kollajen, fibrotik doku veya kan) infiltrasyonu nedeniyle genişler ise US dalgaları geri dönmez ve bu aralıkta sıkışır. B çizgileri olarak adlandırılan vertikal reverbasyon artefaktını oluşturur(Şekil 6, 7)[48, 54, 61].

Multipl B çizgileri akciğer interstisyel sendromunun sonografik bulgularıdır. Longitudinal taramada iki kosta arasında üç veya daha fazla B çizgisi tespit edilirse pozitif bölge olarak tanımlanır. Bilateral olarak iki veya daha fazla interkostal bölgede üç veya daha fazla B çizgisi tespit edilirse ‘interstisyel sendrom’ adını alır[46]. Kardiyojenik veya non-kardiyojenik pulmoner ödemde (ARDS) hem de kronik diffüz parankimal akciğer hastalığında (pulmoner fibrozis) diffüz B-çizgisi paterni bulunur. Akciğer sıvısının artmasıyla sıvı ilk pervasküler interstisyel boşlukta ortaya çıkar. Sonra interlobüler septuma ve daha sonra alveol içine ilerler. Yaklaşık 7 mm aralıktaki B çizgilerini varlığı, erken pulmoner ödem veya fibrozis te olduğu gibi interlobüler septanın kalınlaşmasını gösterir. Bu kalınlaşma göğüs radyografisinde Kerley B çizgileri ile korelasyon göstermektedir. Yaklaşık 3 mm aralıktaki daha yakın B çizgileri ise alveolün etkilendiğini gösterir ve radyagrafilere buzlu cam paterni ile ilişkilendirilir[54]. Klinik içerik ve sonografik bulgular (B çizgi dağılımı, B çizgi yoğunluğu, yerçekimine bağımlı vebağımsız patern, akciğer kayması ve nabızla ilişkili değişiklikler, ilişkili plevral çizgile subplevral anormallikler) değerlendirildiğinde ayırıcı tanıyı daraltır ve özgüllüğü artırır[65-67]. Akciğerde B çizgileri ile transpulmoner termofilasyon yöntemi ile ölçülen ekstravasküler akciğer sıvısının miktarının korele olduğu bulunmuştur[68].

B çizgileri plevra çizgisinden dikey olarak uzanan, hiperekoik görünümdeki artefaktlardır. Alveolar veya interstisyel sıvı birikimine bağlı oluşur. A çizgilerinin siler ve kuyruklu yıldız artefaktından farklı olarak akciğerin sonuna kadar uzanır ve solunumla beraber akciğer kayma hareketi ile hareket ederler [82]. İki kot arasından yapılan bir görüntülemeye 3 veya daha fazla B çizgisinin bulunması her zaman patolojiktir. Buna ‘B çizgisi’ veya ‘Akciğer Roketi’ denir [54].



Şekil 6: B çizgileri. Ekranın sonuna kadar uzanan, solunumla lazer benzeri hareket eden patolojik işaretleridir.



Şekil 7:B çizgisi.

Fokal Multipl B Çizgileri : Normal bir akciğerde mevcut olabilir ancak pnömoni, atelektazi, pulmoner kontüzyon, pulmoner enfarktüs, plevral hastalık, tümoral infiltrasyon gibi durumlardan herhangi birisinin varlığında interstisyel sendromun fokal sonografik paterni görülebilir[46].

B çizgileri yer çekiminden etkilenebilir ve yerçekimine göre dağılımları etiyolojilerini ayırt etmede önemlidir[52]. İnterstisyel sendrom için BLUE noktalarında inceleme yapılabilir. Farklı otörler tarafından daha ayrıntılı inceleme alanları da tanımlanmıştır. Akciğerin anterior ve lateral bölgeleri ikiye ayrıldığında (süperior, inferior) her iki akciğerde oluşan sekiz alan kullanılabilir [69]. Çok hızlı değerlendirme yapılması gerektiğinde akciğer önyüzünde toplam iki alanın incelenmesi yapılabilir. Bazı kardiyolojik ve nefrolojik durumlarda 28 interkostal aralığın incelenmesi düşünülmelidir [46].

B çizgileri, Z çizgileri ve E çizgileri ile karıştırılmamalıdır. Z çizgileri kuyruklu yıldız artefaktıdır. Plevral çizgiden kaynaklanır ve hiperekoik değildir. Genellikle kısadır, 3-4 cm sonra yok olur. A çizgilerini silmez ve statik bir çizgidir, akciğer kaymasıyla senkronize değildir.E çizgileri ise kuyruklu yıldız artefaktıdır, plevral çizgiden değil,yüzeysel tabakalardan kaynaklanır. Plevral çizgiyi sildiği için yarasa işareti olan normal sonografik bulgu gözlenmez. E çizgileri amfizemde görülür[52, 59].

Alveol Sendrom ve Konsolidasyon

Akciğerin yoğunluğu geniş ölçüde arttığında ve doku oranı çok yüksek olduğunda (alveolar havanın tamamen veya tamamına yakınının yok olmasıyla), etkilenen bölgede sonografik olarak doku benzeri bir patern oluşur(Şekil 8)[52, 59]. Akciğer kitlesel bir konsolidasyon veya atelaktazide olduğu gibi havasız hale geldiğinde diğer organlar gibi görselleştirilebilir. Bu duruma yol açan klinik patolojiler alveolar sendrom olarak adlandırılır. Çok sayıda olası etiyojisi göz önüne alındığında, ‘alveolar konsolidasyon paterni’ nin tanımlayıcı olduğu ve tanısal olmadığını anlamak önemlidir[70, 71].



Şekil 8: Lober pnömonili bir hastanın PLAPS noktasında konveks prob ile inceleme yapıldığında elde edilen konsolidasyon görüntüsü.

Etiyojiler şu şekilde sıralanabilir; infeksiyon-pnömoni, atelektazi, pulmoner emboli, kontüzyon, akciğer kanseri alveolar konsolidasyon paternine neden olabilir. Konsolidasyonun değerlendirilmesi için sırtüstü ya da yarı oturur pozisyonları kullanılabilir. İncelemeyi kolaylaştırmak için hasta kontralateral tarafa hafifçe döndürülmelidir. İnceleme çoğunlukla PLAPS noktası olarak adlandırılan alanda yapılır. PLAPS noktası olarak adlandırılan nokta,

ikinci BLUE noktasının arka aksiller çizgi ile kesiştiği alandır. PLAPS noktası plevral efüzyonların ve alveoler konsolidasyonların %90'ından fazlasının görüntülenmesini sağlar[54, 72]. Konsolidasyonun sonografik bulguları ise şu şekildedir ; subplevral hipoekoik bölge, doku benzeri yapı(hepatizasyon), hava bronkogramları , parçalı görüntü (shred sign)[59].

Subplevral Hipoekoik Bölge : Plevraya ulaşan patolojilerin oluşturduğu görüntüdür. Alveolar sendrom mevcut olduğunda fakat plevral çiziyeye ulaşmadığında , US yanıltıcı olabilir ve alveolar sendromun olamdığı izlenimini verebilir[65, 73].

Hepatizasyon: Alveoller sıvı veya hücrel materyalle dolduğunda ve atelektazi nedeniyle çöktüğünde, plevral yüzeyin altında hava eksikliği nedeniyle akustik empedans azalır. Bu durum ultrason dalgalarının yayılmasını kolaylaştırır ve akciğerin görselleştirilmesine izin verir. Akciğer parankiminde karaciğere benzer ekojenite elde edilir. Akciğer bazalinde yer alan konsolidasyonlar, akciğer garfileri üzerinde gizli kalırken US ile kolayca saptanabilir[60, 74, 75].

Hava Bronkogramları: Statik ve dinamik olarak adlandırılır. Dinamik hava bronkogramları, solunum esnasında hava kabarcığı bronşlarda hareket ettiğinde oluşur. Pnömoniler sıklıkla dinamik hava bronkogramı içerir. Statik hava bronkogramında ise, hava bronşta sıkışmıştır ancak solunumla hareket gözlenmez[52, 59].

Parçalı Görüntü (Shred sign) : Kısmen havalandırılmış alveoller ve pnömoniden dolayı tamamez havasız veya sıvı dolu alveoller arasındaki arayüzde ortaya çıkan, kenarları düzensizolarak görünen sonografik bulgudur[76].

Kalp atımları hareketsiz olan akciğere iletildiğinde, plevraya dikey olarak yansıyan titreşimler, kalp atımları ile senkronize blok görünümünde bir görüntü oluşturur. Bu görüntüye 'akciğer nabızı' işareti denir. Eğer plevra hareketli ise bu görüntü maskelenir ve normal sonografik akciğer bulguları elde edilir. Akciğer nabızı işareti apne esnasında, tek akciğer ventilasyonunda ventile olmayan akciğerde elde edilebilir. Her zaman patolojik bir bulgu olarak değerlendirilmemelidir. Patolojik klinik durumlara en güzel örnek atelektezidir [77].

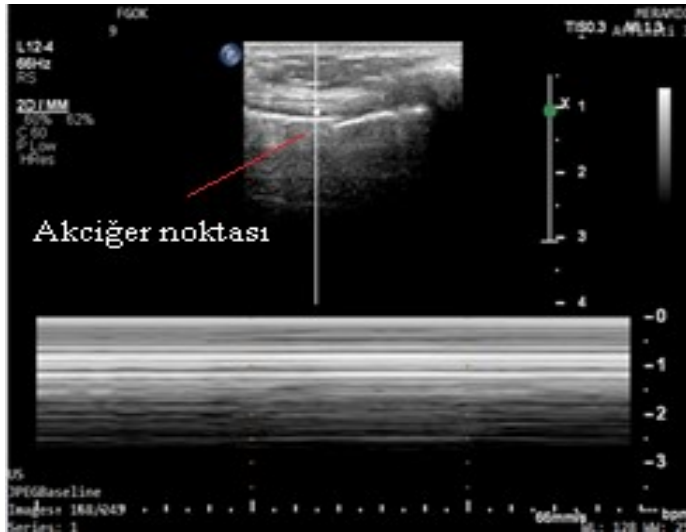
Plevral Sendromlar

Plevral sendromlar pnömotoraks ve plevral efüzyon olmak üzere ikiye ayrılır.

Pnömotoraksta görülen sonografik işaretler akciğer kayma işaretinin olmaması, akciğer noktası (lung point), stratosfer (barkod) işareti, akciğer nabzının olmaması, B çizgisinin olmamasıdır.

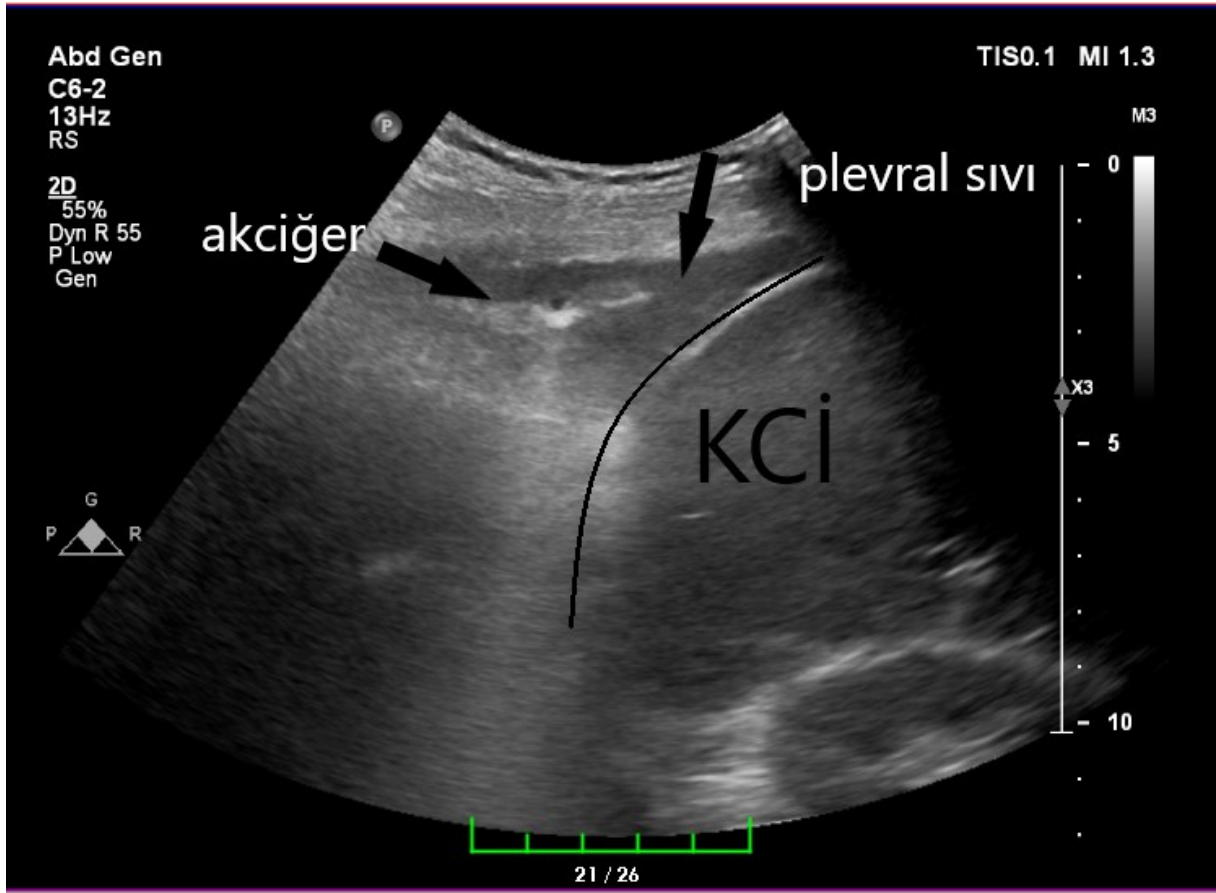
Akciğer Noktası:Akciğer noktası, aralıksız olarak hareketsiz plevranın normal solunum paterni ile değiştiği (akciğer kayması ve/veya B çizgileri) noktaya denir[78]. Patolojik görüntü ile sağlıklı görüntünün birleşim yeridir. Viseral ve parietal yaprakların birbirinden ayrıldığı noktada görülür ve pnömotoraks için tanı koydurucudur. Akciğer noktası M-modda değerlendirildiğinde kumsal-deniz kıyısı bulgusu ve barkod bulgusu, birlikte görülebilir[77, 78].

Stratosfer (Barkod) İşareti: Normal ventile olan akciğerde M modunda akciğer kayma hareketi incelenir ise, ‘deniz-kenarı işareti’ olarak adlandırılan görüntü oluşur. İki plevral katmanın hava ile ayrılması ile ventilasyonun göstergesi olan dinamik hareket kaybolur. Stratosfer işareti ortaya çıkar(Şekil 9)[78, 79].



Şekil 1: Pnömotoraksta M-modunda Elde Edilen Stratosfer (Barkod) İşareti. Bu işaret cilt ve kas tabakasından oluşan statik torasik duvar, parietal plevra ve tekrar statik torasik duvar yansımalarından oluşan düz çizgili sonografik görüntüdür. Özellikle pnömotoraksta M-modunda elde edilen karakteristik bir görüntüdür.

Plevral Sendrom:Plevral efüzyonların incelemesinde rutin iki boyutluUS’ ve renkli doppler ve M mod kullanılabilir. Serbest hareket eden plevral sıvının renkli doppler ile hareketi gösterilebilir[80] .Aşağıda plevral efüzyonlu hastadan alınan görüntü yer almaktadır (Şekil 10).



Şekil 10: Plevral efüzyonda sağ akciğerin PLAPS noktasına konveks prob ile incelenmesi ile elde edilen sonografik işaretler görülmektedir.

Sinüzoidal İşaret: Plevral efüzyon, diyafragmanın üstünde akciğer görüntüsü olması gereken yerde, visseral ve parietal plevra arasında komşu yapılardan daha az ekojenik çoğunlukla anekoik bir bölge oluşturur. M mod kullanımı ile plevral sıvının dinamik hareketi ortaya çıkar. Bu görüntü ‘sinüzoidal işaret’ olarak adlandırılır[46]. Eğer hareket ya da akım yok ise, yoğun plevral lokülasyon, plevral kalınlaşma, periferik veya plevral kitle akla gelmelidir [81].

Dörtgen (Quad) İşareti: LUS’da plevral efüzyon anekoik bir görüntü oluşturur ve normal akciğer dokusundan ayrılır. Plevral efüzyon tanısında LUS’un duyarlılığı %89-100, özgüllüğü %96-100’dür[82]. Akciğer grafisinde efüzyonun saptanması için en az 200 ml sıvı birikimi gerekirken, LUS’da 20 ml sıvı tespit edilebilir[60]. Efüzyon miktarı fazla olduğunda komşu akciğer dokusu atelekteziye gider ve US’de sıvının içinde yüzer şekilde görülür. Plevral efüzyonun sınırları incelendiğinde üstte parietal plevra, altta visseral plevradan akciğer çizgisi ve her iki yanda kot gölgeleri ile belirlenen görüntüye “Quad-dörtgen işareti” denir.

Efüzyonun altında akciğer dokusunun soluk alıp vermekle hareketi M-modda incelendiğinde yatay düzlemde plevral efüzyonun dinamik bulgusu olan “Sinusoid Görüntüsü” oluşur[59].

Denizanası işareti : Plevral efüzyon varlığında inspirasyon ile akciğerin tipik yer değiştirme hareketidir [83].

Perde İşaretinin (Curtain sign) Yokluğu: İnspirasyon ile akciğer artefaktları ve diyafragmanın aşağıya doğru hareketine perde işareti denir. Plevral efüzyonda bu işaret gözlenmez, iç organlar devamlı görülür [61].

Omurga İşaretinin Pozitifliği (Spine sign) : Vertebra diyafragmanın altında görülebilir. Ek olarak sıvının ultrason dalgalarını iletmesine bağlı olarak üstünde de görülebilir [61]. Bu işarete spine sign işareti denir.

2.10.Vena Kava Değerlendirmesi

İVKaortanın sağında lokalize, büyük bir kısmı retroperitoneal aralıkta uzanan kapasitans bir damardır. Diyafragma ve sağ atriyum arasında yer alan çok az bir kısmı intratorasik yerleşime sahiptir. Bu nedenle sap kalp fonksiyonları ile yakından ilişkilidir ve volüm değişikliklerine sensitiftir. İVKçapının hacim kaybına karşı vücudun kompanse edici vazokonstriktör yanıtından etkilenmediği bulunmuştur[84]. Bu nedenle kan basıncı, nabız sayısı, aort çapı ve diğer arteriyel sisteme bağlı parametrelerden daha fazla hacim durumunu yansıtır.

İVK'nın US ile muayenesi hasta supin pozisyonda iken, konveks prob kullanılarak yapılır. Önce probun göstergesi sağda olacak şekilde subksifoid bölgeye transvers olarak yerleştirilir. Bu durumda sonografik pencerede aorta ve İVK görülür. Aorta pulsatil ve kalın duvarlıdır. İVK ise basınç uygulandığında kollabe olur. Prob İVK üzerinde transvers plandan sagittal plana çevrilir. Göstergesi hastanın başını gösterecek şekilde, sağa doğru hafif tilt yapılır. Sonografik pencerede İVK, hepatik ven,sağ atriyum ve karaciğer görülmelidir (Resim 2.3.3.1).İVKkavoatriyal bileşkede atriyuma girer. İVK diameter ölçümü kavoatriyal birleşkenin 2 cm altında yapılır (Şekil 11)[59].

İVK' nın sonografik ölçümleri 3 şekilde olabilir.

Çap:İVK' nın çap ölçümleri hastanın sıvı durumu ile ilgili bilgi verir. Normal ekspiratuar diameter 1,5-2,5 cm arasındadır. Travma hastalarında İVK eğer 1,5 cm'nin altında ise hastanın hipovolemik olabileceği bildirilmiştir[85]. Yoğun bakım hastalarında yapılan çalışmada ise İVK çapı 10 mm'den az ise olası hipovolemi, 22 mm'den fazla ise olası hipervolemi olabileceği raporlanmıştır[85]. İVK çapı ile santral venöz basınç arasında korelasyon olduğu raporlanmıştır[86].

Kollapsibilite indeksi: Spontan solunum esnasında inspirasyon esnasında oluşan negatif intraplevral basınç, sağ atriya venöz dönüşü artırır. Bu nedenle İVK çapında meydana gelen azalma, ekspirasyon esnasında başlangıç seviyesine döner. Normal volümlü hastalarda İVK'nın kollabe olması inspirasyon esnasında, ekspirasyonda ölçülen çapa göre %50'den azdır. İnspirasyon ve ekspirasyon esnasında İVK çapları M modda işaretlenerek ölçülür. Ve aşağıda verilen formüle göre hesaplanır.

$$\text{İVK-Kİ} = (\text{İVK maks} - \text{İVK min}) / \text{İVK maks} \times 100 [87, 88].$$

Distansibilite indeksi: Mekanik ventilasyon ile ventile edilen hastada ise spontan solunumla oluşan değişikliğin tam tersi bir çap değişikliği meydana gelir. İnspiryumda İVK çapı artar, ekspiryumda azalır[89]. Bu çap değişimi ise distansibilite indeksi olarak adlandırılır. İnspirasyon ve ekspirasyon esnasında İVK çapları M modda işaretlenerek ölçülür ve aşağıda verilen formülle hesaplanır.

$$\text{İVK-Dİ} = (\text{İVK maks} - \text{İVK min}) / \text{İVK min} \times 100 [90].$$

Spontan solunumu olan hastalarda sıvı yanıtılığını öngörmek için önerilen kollapsibilite indeksi %40-50 iken, mekanik ventilatördeki hastalarda distansibilite indeksi %12-18 olarak raporlanmıştır[86, 91].

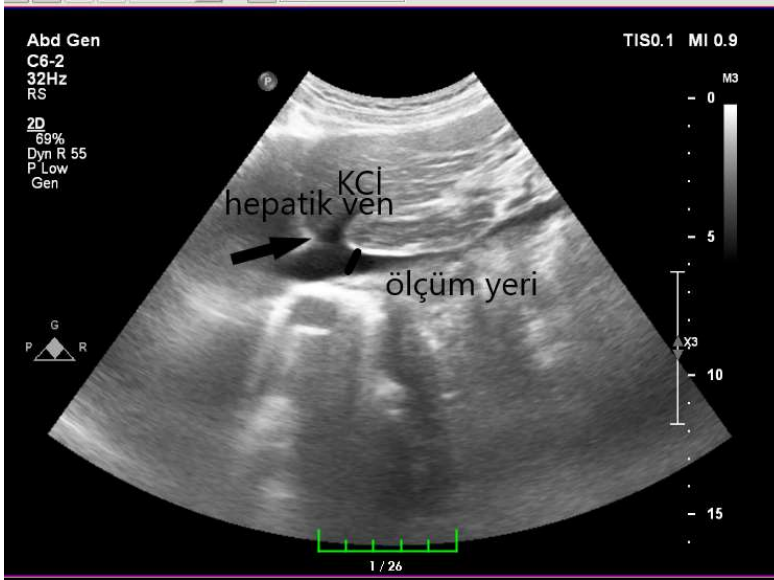
İVK'nın US ile değerlendirilmesinde bazı tanısal limitasyonları vardır.

✓ Ciddi KOAH, pulmoner hipertansiyon, sağ kalp yetmezliği, kardiyak tamponad ve triküspit regürjitasyonu İVK çapını artırır.

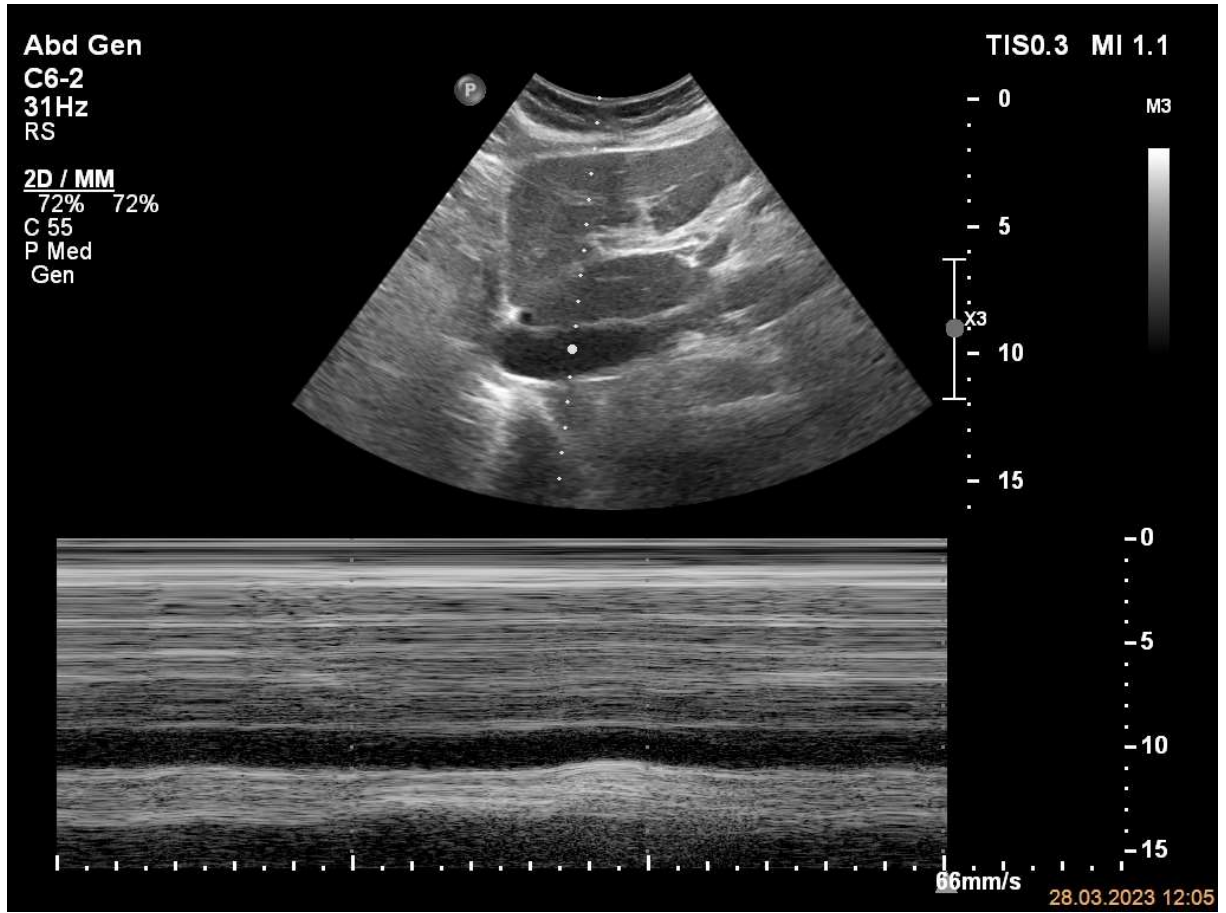
✓ Ayrıca silindir etkisinin önemi hatırlanmalıdır. İVK'nın çapını doğru ölçmek için prob uzun aksın merkezinde olmalıdır. Eğer prob merkezde yer almazsa , ölçümler hatalı olur. Bunun için sonografik pencerede hepatic ven ve ve sağ atriyum mutlaka görülmelidir[59].



Şekil 11:İVK görüntülenmesi, KCİ:Karaciğer



Şekil 12:İVK ölçüm yeri.



Şekil 13:İVK'nın M –modda görüntülenmesi.

3. MATERYAL VE METOD

Etik Kurul Onayı ve Yazılı Onam Alınması: Çalışmamız Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı (AD)'nda gözlemsel bir çalışma olarak tasarlandı. Helsinki Deklarasyonu'nda belirtilen ilkelere uygun olarak gerçekleştirildi. Fakülte Etik Kurul Onayı (2018/1531 sayılı karar), Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Kurumu'nun 26.10.2018 tarihli onayı ve çalışmaya katılan tüm hastaların kendisinin yazılı onamı ve iletişim bilgileri alınarak gerçekleştirildi.

Hasta Seçimi

Dahil Edilme Kriterleri: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi Hastanesi İç Hastalıkları AD, Nefroloji Bilim Dalı (BD) Diyaliz Ünitesinde SDBY tanılı, en az 6 aylık süre boyunca haftada 3 kez 4 saatlik HD uygulanan anürik, GFR 10'un altında ultrafiltrasyon (UF) yapılan, yaşları 18 ve daha büyük olan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Dışlama Kriterleri: Çalışmaya katılmak istemeyen, HD süresi 4 saatin altında olan, UF yapılmayan, 18 yaşından küçük, vücut kitle indeksi (VKİ) 40'ın üzerinde olan, interstisyel akciğer hastalığı olan, Newyork Kalp Derneği'nin fonksiyonel sınıflandırmasına göre sınıf IV kalp yetmezliği olan, kalp pili ve/veya ritm bozukluğu olan, sistemik enfeksiyonları olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Örneklem Hesaplama

Çalışma için %90 güç, %5 Tip 1 hata ve etki büyüklüğü 0,5 ile bağımlı iki grup karşılaştırmasında toplam minimum örneklem büyüklüğü 38 olarak hesaplandı.

Yöntem

Çalışmaya alınan 40 hastanın demografik verileri ve antropometrik ölçümleri (kilo, boy, VKİ) kaydedildi. Hastalar diyaliz öncesi ve sonrasında monitörize edildi ve vital bulguları ölçülüp kaydedildi [Kalp atım hızı (KAH), sistolik kan basıncı (SKB), diyastolik kan basıncı (DKB), ortalama kan basıncı (OKB) ölçümleri, periferik arteriyel oksijen saturasyonu (SpO₂)]. Sonografik değerlendirmeler diyaliz öncesi ve sonrasında aynı hekim tarafından yapıldı. İnceleme için konveks prob (C3,5-5 MHz, GE Healthcare Ultrasound LOGIQ e) ve lineer prob (L7-12 MHz) kullanıldı.

3.1. Akciğer USG Uygulama Tekniği ve Skorlama

Hasta supin pozisyonda iken akciğer sonografik olarak değerlendirildi. Anterior ve posterior aksiller çizgi kılavuz olarak kullanıldı. Her bir hemitoraks anterior, lateral ve posterior bölgede, üst ve alt alanlara ayrıldı. Her hemitoraks için 6, toplam 12 alan incelendi. Konveks prob ile, B çizgisi ve sıklığı, plevral efüzyon değerlendirildi. Değerlendirme için modifiye LUS skorum sistemi kullanıldı ve LUS skoru hesaplandı. Bakılan her bir hemitoraks alanındaki görüntüler aşağıdaki algoritmaya göre skorlandı (Tablo 3.1.)[75].

Tablo 3.1. Modifiye LUS Skorum Sistemi

Skor	Havalanma Azlığı	Bulgular
0	Normal	A çizgisi, solunumla ilişkili akciğer kayma işareti mevcut ya da 2 veya daha az B çizgisi
1	Orta	3 veya daha fazla B çizgisi
2	Ağır	Birleşmiş B çizgisi
3	Ciddi	Pulmoner konsolidasyon

LUS skoru toplamda en az 0 ve en çok 36 puan olarak hesaplandı. Diyaliz öncesi skordan diyalizden sonra elde edilen skor çıkarılarak delta B çizgi sayısı bulundu. LUS'ta ayrıca plevral efüzyon olup olmadığı değerlendirildi ve efüzyon varlığında hangi tarafta olduğu belirtildi (sağ ve sol akciğer).

3.2. İVK Değerlendirilmesi ve Ölçüm Tekniği

Çap: İVK'nın US ile değerlendirilmesi hasta supin pozisyonda iken, konveks prob kullanılarak yapıldı. Önce probun göstergesi sağda olacak şekilde subksifoid bölgeye transvers olarak yerleştirilip, sonografik pencerede aorta ve İVK görüldü. Aorta pulsatil ve kalın duvarlı iken İVK ise basınç uygulandığında kollabe oluyordu. Proba İVK üzerinde sagittal planda, göstergesi hastanın başını gösterecek şekilde, sağa doğru hafif tilt yapılarak, tekrar pozisyon verildi. İVK, hepatik ven, sağ atriyum ve karaciğer görüldü. İVK diameter ölçümü kavoatriyal birleşkenin 2 cm altında yapıldı. İVK çapı inspirasyon ve ekspirasyon sonunda M-mod kullanılarak ölçüldü. İnspiryum (İVK min) ve ekspiryum (İVK maks) sonunda, İVK çap ölçümü için 3 ölçüm yapılarak ortalaması alındı. Hastalar İVK maks çapına göre 3 kategoriye ayrıldı; <8 mm, evre 1, 8-11,5 mm arası evre 2, >11,5 mm evre 3 olarak değerlendirildi[3].

Kollapsibilite indeksi: $\dot{I}VK-K\dot{I} = \dot{I}VK \text{ maks} - \dot{I}VK \text{ min} / \dot{I}VK \text{ maks} \times 100$ formülü ile hesaplandı. Diyaliz öncesi skordan diyalizden sonra elde edilen skor çıkarılarak delta $\dot{I}VK-K\dot{I}$ bulundu.

3.3. İstatiksel analiz

Araştırma sonucu elde edilen veriler bilgisayar ortamında SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 18.0 paket programı ile analiz edildi. Tanımlayıcı analizlerde frekans verileri sayı (n) ve yüzde (%) olarak, sayısal veriler ise ortalama±standart sapma, ortanca (1. çeyrek-3. çeyrek) kullanılarak gösterildi. Sayısal verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov-Shapiro Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Normal dağılıma uyan sayısal değişkenler için bağımlı gruplarda T testi, normal dağılıma uymayan sayısal değişkenler için; iki grubun karşılaştırılmasında Wilcoxon işaretli sıra testi kullanıldı. Normal dağılan sayısal veriler arasındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi ile; en az biri normal dağılmayan sayısal veri arasındaki ilişki Spearman Korelasyon analizi ile değerlendirildi. Korelasyon ilişkileri: $r = 0,05-0,30$ ise düşük veya önemsiz korelasyon, $r = 0,30-0,40$ ise düşük-orta derecede korelasyon, $r = 0,40-0,60$ ise orta derecede korelasyon, $r = 0,60-0,70$ ise iyi derecede korelasyon, $r = 0,70-0,75$ ise çok iyi derecede korelasyon, $r = 0,75-1,00$ ise mükemmel korelasyon olarak kabul edildi. Tek değişkenli bir lineer regresyon modeli kullanılarak delta B çizgi sayısı UF miktarı üzerine etkisi incelendi. Model uyumu gerekli rezidüel ve uyum istatistikleri kullanılarak incelendi. Tüm testler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4.BULGULAR

Bu çalışmaya Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastane'si, İç Hastalıkları AD Diyaliz Ünitesinde SDBY tanısı ile takipli, en az 6 aylık süre boyunca haftada 3 kez 4 saatlik HD uygulanan anürik, GFR 10'un altında UF yapılan 40 hasta alındı. Hastaların yaş, VKİ, HD süreleri ve yapılan UF miktarlarının dağılımları Tablo 4.1'de gösterildi.

Tablo 4.1. Hastaların Yaş, VKİ, HD Süreleri ve UF Miktarlarının Dağılımları

Özellikler	Ortalama±SS
Yaş	60,27±14,22
VKİ	25,36±5,20
HD süresi (yıl)	5,17±4,49

HD: Hemodiyaliz, VKİ: Vücut Kitle İndeksi

Çalışmaya dahil edilen hastaların %62,5'i (n=25) erkek hasta idi. Hastaların %72,5'inde (n=29) HT, %50'sinde (n=20) DM öyküsü mevcuttu. Hastaların %42,5'inde (n=17) DM, %25'inde (n=10) HT SDBY nedeni olarak belirlendi (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Hastaların Cinsiyet, Ek Hastalık ve SDBY Nedenlerinin Dağılımları

Özellikler	n (%)
Cinsiyet	Kadın
	15 (37,5)
Cinsiyet	Erkek
	25 (62,5)
Ek hastalık*	DM
	20 (50,0)
	HT
	29 (72,5)
	Hipertrigliseridemi
	3 (7,5)
	Tek böbrek
	2 (5,0)
	Polikistik böbrek
	2 (5,0)
	IgA nefropatisi
	1 (2,5)
	Nefrotik sendrom
	1 (2,5)
	MS
	1 (2,5)
	SLE
	1 (2,5)
	Atipik HÜS
	1 (2,5)
	Amiloidoz
	1 (2,5)
	FMF
	1 (2,5)
	Ankilozan Spondilit
	1 (2,5)

SDBY nedeni	DM	17 (42,5)
	HT	10 (25,0)
	Kontrast nefropatisi	3 (3,5)
	Tek böbrek	2 (5,0)
	Polikistik böbrek	2 (5,0)
	IgA nefropatisi	1 (2,5)
	Nefrotik sendrom	1 (2,5)
	SLE	1 (2,5)
	Atipik HÜS	1 (2,5)
	Amiloidoz	1 (2,5)
	HSP	1 (2,5)

*: Hastalarda birden fazla kronik hastalık öyküsü mevcuttur. DM: Diyabetes Mellitus, HT: Hipertansiyon, MS: Multipl Skleroz, SLE: Sistemik Lupus Eritematozis, HÜS: Hemolitik Üremik Sendrom, FMF: Ailesel Akdeniz Ateşi, HSP: Henoch-Shöenlein Purpurası

Hastaların diyaliz sonrasında SKB, DKB, OKB ve vücut ağırlıklarının istatistiksel olarak anlamlı azaldığı tespit edildi ($p<0,001$). KAH'nın ise diyaliz sonrasında istatistiksel olarak anlamlı yükseldiği saptandı ($p=0,039$)(Tablo 4.3). Çalışmaya dahil edilen hastalara yapılan UF miktarının ortalaması 2410ml olarak bulundu.

Tablo 4.3. Hastaların diyaliz öncesi ve sonrasında KAH, SKB, DKB, OKB, SpO₂ ve Vücut Ağırlıklarının Karşılaştırılması

	Diyaliz Öncesi Ortalama±SS	Diyaliz Sonrası Ortalama±SS	p
KAH (atım/dk)	73,20±9,60	75,10±7,90	0,039
SKB (mmHg)	136,45±15,60	126,70±16,30	<0,001
DKB (mmHg)	77,22±12,10	72,25±10,70	<0,001
OKB (mmHg)	97,03±13,90	90,40±11,60	<0,001
SpO ₂ (%)	95,45±2,20	94,63±6,60	0,640
Vücut Ağırlığı (kg)	72,80±14,60	70,5±14,40	<0,001
Toplam UF miktarı (ml)	2410,75±871,86		

KAH: Kalp Atım Hızı, SKB: Sistolik Kan Basıncı, DKB: Diyastolik Kan Basıncı, OKB: Ortalama Kan Basıncı, SpO₂: Periferik arteriyel oksijen saturasyonu, UF: Ultrafiltrasyon.

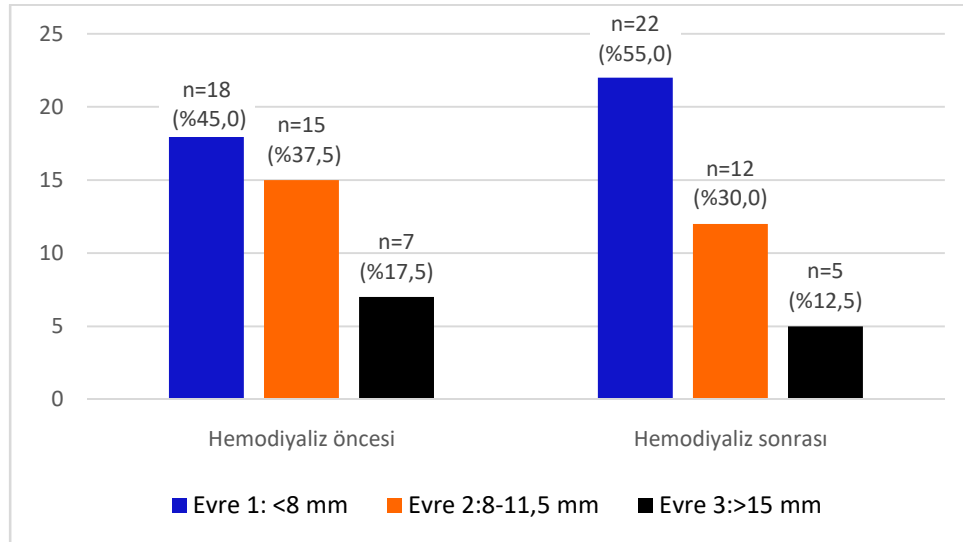
Araştırmaya dahil edilen hastaların diyaliz sonrasında İVK min, İVK maks ve plevral efüzyon değerleri diyaliz öncesi ölçülen değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düşük saptandı ($p<0,001$). Hastaların İVK-Kİ ölçümleri diyaliz öncesi ve sonrasında benzer olarak bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Diyaliz Öncesi ve Diyaliz Sonrası İVK Ölçümleri, Efüzyon Miktarı Karşılaştırılması

	Diyaliz Öncesi Ortalama±SS	Diyaliz Sonrası Ortalama±SS	p
İVK min (mm)	6,8±3,1	5,5±3,1	<0,001
İVK maks (mm)	10±4,8	8,3±4,8	<0,001
İVK-Kİ (%)	31,29±4,30	31,64±10,34	0,853
Plevral Efüzyon (mm)	19,7±1,5	16,2±4,9	<0,001

İVK min: İnför Vena Kava minimum, İVK maks: İnför Vena Kava maksimum, İVK-Kİ: İnför Vena Kava Kollapsibilite İndeksi

Hastaların İVK maks değerlerine göre yapılan sınıflamaya göre HD öncesinde %17,5'i ($n=7$) evre 3 iken, HD sonrasında bu oran %12,5 ($n=5$) olarak saptandı. HD öncesinde evre 1 olan hasta oranı %45 ($n=18$), HD sonrasında %55 ($n=22$) olarak tespit edildi (Grafik 4.1).



Grafik 4.1. Hemodiyaliz Öncesi ve Sonrası İVK Maks Değerlerine Göre Hastaların Sıvı Durumları

Çalışmaya dahil edilen hastaların diyaliz sonrasında toplam B çizgi, antero-lateral (AL) B çizgi ve anterior B çizgi sayılarının diyaliz öncesi ölçülen değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu tespit edildi ($p<0,001$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Hastaların Diyaliz Öncesi ve Diyaliz Sonrası Toplam B Çizgi Sayısı, AL B Çizgi Sayısı , Anterior B Çizgi Sayısı ve Posterior B Çizgi Sayılarının Karşılaştırılması

	Diyaliz Öncesi Ortalama$\pm$SS	Diyaliz Sonrası Ortalama$\pm$SS	p
Toplam B Çizgi Sayısı	11,77 $\pm$ 4,99	7,57 $\pm$ 3,80	<0,001
AL B Çizgi Sayısı	8,30 $\pm$ 3,87	4,47 $\pm$ 2,64	<0,001
Anterior B Çizgi Sayısı	4,45 $\pm$ 2,25	2,10 $\pm$ 1,61	<0,001
Posterior B Çizgi Sayısı	3,47 $\pm$ 1,76	3,10 $\pm$ 1,94	0,062

AL: Antero-lateral

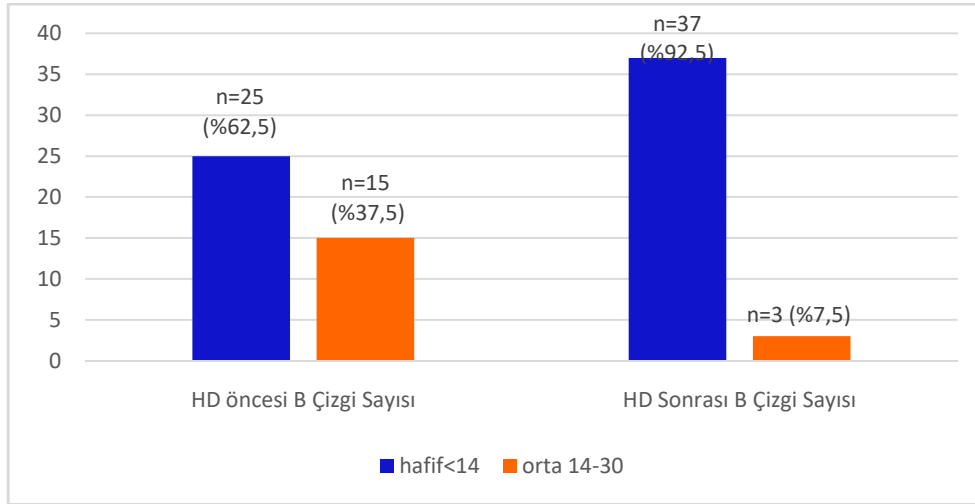
Hastaların delta B çizgi sayısı ile UF miktarı ve kilo değişimi arasında pozitif yönde düşük-orta derecede anlamlı korelasyon tespit edildi (r değerleri sırasıyla; $r=0,387$, $r=0,389$, p değerleri sırasıyla; $p=0,014$, $p=0,013$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Delta B Çizgi Sayısı ile Diğer Parametreler Arasındaki İlişki

Değişkenler	r	p
Delta B Çizgi Sayısı		
UF miktarı	0,387	0,014
Kilo değişimi	0,389	0,013
Delta İVK-Kİ	0,318	0,048
Delta İVK maks	0,199	0,224

İVK maks: İnför Vena Kava maksimum, İVK-Kİ: İnför Vena Kava Kollapsibilite İndeksi, HD: Hemodiyaliz, AL: Antero-lateral, UF: Ultrafiltrasyon

HD öncesi İVK maks ölçümü ile HD öncesi B çizgi sayısı arasında mükemmel derecede korelasyon saptandı ($r=0,998$, $p<0,001$).Delta İVK maks ile UF ve kilo değişimi arasında korelasyon saptanmadı.Hastalar pulmoner konjesyon derecesine göre 3 kategoriye ayrıldı; <14 hafif dereceli pulmoner konjesyon, 14-30 orta dereceli pulmoner konjesyon ve >30 ağır pulmoner konjesyon [3].HD öncesi 40 hastanın 15'inde orta dereceli pulmoner konjesyon varken,HD sonunda bu sayı 3'e geriledi, hafif pulmoner konjesyona sahip hasta sayısı 25'ten 37'e yükseldi(Grafik 4. 2).



Grafik 4. 2. Hemodiyaliz Öncesi ve Sonrası B çizgi Sayısına Göre Hastaların Sıvı Durumları

Tek değişkenli bir lineer regresyon modeli kullanılarak delta B çizgi skorunun UF miktarı üzerine etkisi incelendi. Kurulan modele göre; B çizgi sayısında 1 birimlik değişikliğin 127,35 ml UF miktarına karşılık geldiği tespit edildi (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Delta B Çizgi Skorunun UF Miktarı Etkisine İlişkin Kurulan Lineer Regresyon Modeli

	B	Standart Hata	Beta	p
Constant	1875,84	265,223		<0,001
Delta B çizgi Sayısı	127,35	54,946	0,352	0,026

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada konvansiyonel HD hastalarının sıvı durumu ve akciğer sıvısı diyaliz öncesi ve sonrasında ultrason ile değerlendirildi. Diyaliz öncesine göre diyaliz sonrası dönemde vena kava inferior çapı, B çizgi sayısının azaldığı tespit edildi. Hemodiyaliz öncesi dönemde B çizgi sayısı ile inferior vena kava maksimum arasında iyi derecede korelasyon saptanırken, delta B çizgi sayısı ile ultrafiltrasyon miktarı arasında düşük düzeyde korelasyon tespit edildi. Buna karşılık bir B çizgisine karşılık gelen ultrafiltrasyon miktarı 127 ml olarak belirlendi.

HD hastaları ile yapılan birçok çalışmada hastaların yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımları birbirine benzer şekildeydi. LUS ile ekstrasvasküler sıvı değişiminin değerlendirildiği 41 HD hastası ile yapılan bir çalışmada, hastaların yaş ortalaması 62,7 yıl olarak tespit edilirken hastaların %39'unun kadın olduğu tespit edilmiştir[92].11 diyaliz ünitesinden 462 HD hastasıyla yapılmış olan başka bir gözlemsel çalışmada ise hastaların ortalama yaşı 65 ve hastaların % 37 sinin kadın olduğu ifade edilmiştir[93].Avrupa klinik veri bankasının çalışması doğrultusunda 55 merkezden hasta toplanmış olup bu hastaların toplam sayısı 10984 olarak saptanmış ve bu sayının %56'sının erkekcinsiyet olduğu raporlanmıştır[94]. Çalışmamız yaş ortalaması ve cinsiyete göre literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Toplamda 14 hastanede, 20-85 yaş arası 7357 hastayı kapsayan Tayvan'li KBY'li hastalar arasında vücut ağırlığı ile böbrek fonksiyon bozukluğu arasındaki ilişkiyi inceleyen çok merkezli bir çalışmada,hastaların %33'ünün VKİ 18 ile 24 kg/m² arasında bulunmuştur. Aşırı kilolu ve obez hastalarda daha yüksek SDBY evresi görülmüştür[95]. 2009-2010 yılları arasında düzenli HD tedavisi alan 270 hasta üzerinde yapılmış anket çalışmasında hastaların VKİ ortalaması normal kilolu olarak raporlanmıştır [96]. Bizim çalışmamızda HD tedavisi alan hastaların VKİ ortalaması bu çalışmaya benzerlik göstermektedir.

Literatürde KBY'ye yol açan nedenler ülke, ırk, yaş, cinsiyet gibi faktörlere göre farklılık göstermekle birlikte en sık nedeni diyabetik nefropatidir [97]. Çalışmamızda benzer şekilde SDBY etyolojisinde ilksırada DM ve ikinci sırada HT vardı. Bu bulgu son yayınlanan Türk Nefroloji Derneği kayıt sistemi 2016 Yılı Raporu ile uyumludur. Raporda SDBY'nin en önde gelen sebebinin %38 oranında DM olduğu belirtilmiştir[98].

Çalışmamızda HD sonrası hastaların SKB,DKB, OKB ve ağırlık değerleri diyaliz öncesine göre anlamlı düşüktü. Diyaliz sonrası hastaların KAH diyaliz öncesine göre anlamlı

yüksektir.KAH'daki bu artış hastaların volüm azalmasına sekonder olduğu için beklenen bir bulgudur.Volüm yüklenmesi, SDBY'li diyaliz hastalarında dispne'den pulmoner ödeme kadar değişebilen spektrumda bulgu veren tanınması zor ve yaygın bir komplikasyondur. Bu durum HD hastalarında mortalitenin ana nedeni olan kardiyovasküler komplikasyonların artmasına yol açar[1].Bu sebeple SDBY'li hastaların sıvı durumunu doğru tayin etmeyi amaçlayan literatürde çok sayıda çalışma vardır [3,99].Kronik HD hastalarında sıvı durumu değerlendirme tekniklerinin karşılaştırıldığı32 hasta ile yapılan bir çalışmada hastaların diyaliz öncesi SKB ortalaması diyaliz sonrası ölçülen değerlere göre yüksekti, ancak bu durum DKB VE OKB için geçerli değildi.KAH değerinde ise diyaliz seansı sonunda değişiklik olmamıştır[3]. LUS ile hızlı ekstrasvasküler sıvı değişiminin değerlendirildiğibaşka bir çalışmada ise HD öncesi ve sonrasında OKB'larında anlamlı bir fark görülmemiştir[99].

Hipertansiyonu olan klinik olarak övolemik 71 HD hastasıyla yapılan bir çalışmada,LUS kılavuzluğunda bir strateji ile kuru ağırlık azaltmanın KB üzerindeki etkisi incelenmiştir. Hastaların yarısına HD öncesi LUSyapılarak UF miktarı belirlenmiş ve diğer yarısına standart bakım tedavisi uygulanmıştır[99]. Tüm hastaların başlangıç döneminde ve sekiz hafta sonra 48 saat boyuncaKB izlenmiştir. Genel olarak, LUS yapılan grupta kontrol grubuna göre daha fazla hastada, kuru ağırlık azaldığı görülmüştür. 48 saatlik SKB'deki ve DKB'deki azalmaların büyüklüğü LUS yapılan grupta anlamlı derecede daha fazlaydı. Benzer şekilde HD seansları arasında, HD esnasındaki KB ve 44 saatlik gündüz/gece KB'ları LUS yapılan grupta önemli ölçüde düşük olurken, kontrol grubunda değişmeden kalmıştır. Bir veya daha fazla HD seansı esnasında hipotansif atak yaşayan hastaların yüzdesi, LUS grupta belirgin olarak daha düşüktü. Bu nedenle bu hastalarda kuru ağırlığı azaltmak için LUS kılavuzluğunda yapılan işlemlerinKB seviyelerini etkili ve güvenli bir şekilde azaltabileceği gösterildi. Bu basit tekniğin klinik uygulaması, bu popülasyonda kan basıncı kontrolünü etkili olarak sağladı [99].AslındaSDBY'li hastaların esas mortalite ve morbidite nedeninin bu tür komplikasyonlar olduğu düşünüldüğünde LUS kılavuzluğunda yapılan işlemlerin ve verilen kararların ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir.

HD hastalarında sıvıdeğişiminin İVK ölçümleri ile değerlendirildiği bir çok çalışma raporlanmıştır [92]. 41 HD hastası ile yapılan bir çalışmada, hastaların HD öncesi ve sonrasında İVK ölçümleri yapılmıştır[92]. HD sonrasında yapılan ölçümlerde İVK minimum ve maksimum çaplarında anlamlı bir azalma olurken, İVK-Kİ açısından anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.Kronik HD hastalarında sıvı durumu değerlendirme tekniklerinin karşılaştırıldığı 32 HD hastasıyla yapılmış bir diğer çalışmada yine benzer şekilde HD sonrası

yapılan ölçümlerde İVK minimum ve maksimum çaplarında anlamlı bir azalma olurken, İVK-Kİ açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir[3]. Bu çalışmalarda uygulanan metot ve sonuçlar çalışmamıza benzemektedir. HD sırasında LUS'un hacim durumunun değerlendirilmesindeki rolünü 71 hastayla inceleyen bir çalışmada ise, HD sırasında İVK çaplarında önemli bir azalma olurken,İVK ile ilgili parametrelerin hiçbirisi UF miktarı ile ilişkili olarak bulunamamıştır[4].Bizim çalışmamızda ise İVK ölçümleribeklenildiği gibi HD öncesinde anlamlı daha yüksekti. HDöncesi ve sonrası ölçülen İVK-Kİ ortalama değerlerinde ise anlamlı fark yoktu. Bu durum İVKUS ölçümlerininHD'deki hızlı volüm düşüşünü tespit edecek kadar hassas olmayabileceği ile örtüşür[91],[100]. Nitekim, normotansif ve hipertansif HD hastalarında kuru ağırlığın belirlenmesindeİVK çapınıdeğerlendirildiği bir diğer çalışma, HD seansının bitiminden 2 saat sonra ölçümün yapılmasının (böylece sıvı kompartmanları arasında yeniden dağılımın gerçekleşmesi için) daha iyi sonuçlar verebileceğini öne sürmüştür[101]. İVK ölçümlerinin hastanın sıvı durumu hakkında bilgi vermesi için bu ölçümlerin HD gibi hızlı sıvı çekiminin uygulandığı modellerde zamanlaması önem arz etmektedir. Çalışmamızda HD seansı sonlandırıldıktan hemen sonra ölçümlerin yapılmış olmasından dolayı farklılığın anlamlı olmadığını düşünüyoruz.Bunun yanı sıra İVK ölçümlerinin bazı limitasyonları mevcuttur, solunum varyasyonları ve santral obezite bunun en sık nedenidir [91]. Bu şekilde, sıvı yanıtını öngörmede İVK çapındaki değişikliklerin doğru değerinin karın içi basıncı daha yüksek olan hastalarda gösterilemeyeceğini varsayabiliriz.Yaptığımız çalışmada ise hastalarımızdan birinin santral obezitesi olması nedeniyle İVK ölçümleri yapılamamıştır.

Ekstravasküler akciğer sıvısı, vücut sıvısı hacminin merkezi bir ögesini temsil eder. Akciğer geçirgenliği ve sol ventrikülün dolum basıncı ile belirlenen akciğer interstisyumunun sıvı içeriğini yansıtır. HD hastalarında hızlı ekstravasküler sıvı değişiminin LUS ile değerlendirildiği birçok çalışma yapılmıştır[4, 46, 92, 102]. Bu çalışmalarda bizim çalışmamıza benzer şekilde HD öncesi ve sonrası LUS ile B çizgi sayısına bakılmış, diyalizi takiben B çizgi sayısındaanlamlı derecede önemli bir azalma bulunmuştur.Bu azalma aşırı hacim yükünün ortadan kalkmasıyla akciğerde sıvı klerensinin olduğunun kanıtı olarak gösterilmiştir[3, 92]. 32 HD hastasıyla yapılan çalışmada hastalar HD öncesi B çizgi sayısına göre kategorize edilmiştir [3]. 30 hastanın 23 ünde orta ile şiddetli pulmoner konjesyon tespit edilmiş, HD sonrası 8 hasta hafif pulmoner konjesyon evresine gerilerken, 15 hastada diyaliz sonrası orta dereceli pulmoner konjesyon devam etmiştir.Vitturi ve ark.nın[4],71 HD hastasıylaLUS kılavuzluğunda kuru ağırlık azaltmanın KB üzerindeki etkisini

incelemişlerdir. Bu çalışmada HD seansı sonunda B çizgi sayısında 3 birimlik azalmanın olduğu gösterilmiştir. 45 HD hastasıyla yapılan başka bir çalışmada ise HD öncesinde B Çizgi sayısı oldukça az olan hasta grubunda HD sonrasında B çizgisinin görülmediği raporlanmıştır. Çok sayıda B çizgisine sahip 34 hastada ise, HD öncesine göre sonrasında LUS'da B çizgilerinin sayısında anlamlı düşüşler olduğu gösterilmiştir[103]. Çalışmamızda HD'in başlangıcında orta dereceli pulmoner konjesyona sahip hasta sayımız fazlayken, HD sonrasında bu sayı azalmış ve yerini hafif dereceli pulmoner konjesyona sahip hastalar almıştır. Yani hastaların pulmoner konjesyon derecesinde ortadan hafife doğru azalma olmuştur. Çalışmamız yapılan çalışmalarla bu açıdan benzerlik göstermektedir. Aslında çeşitli derecelerde aşırı hacim yüklenmesi gösteren diyaliz hastaları, kontrollü sıvı çekilmesinin hızlı ve tekrarlanabilir şekilde gerçekleştirildiği benzersiz bir modeli temsil etmektedir.

Akut kalp yetmezliği tanısı almış 86 hastanın alındığı başka bir çalışmada tüm hastaların başvuruda B çizgilerine sahip olduğu ancak HD'den sonra bunların önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir [75]. Ayrıca bu çalışmada LUS skor, klinik ve radyolojik skorlarla korele olarak bulunmuş, B çizgi sayısı ile sıvı dengesi arasındaki ilişkiyi doğrulamıştır. Aynı zamanda diyaliz esnasında gerçekleştirilen UF miktarı ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur[104].

HD hastalarında pulmoner konjesyonun LUS ve torasik bioimpedans kıyaslanarak değerlendirildiği 40 hastalık bir çalışmada, HD öncesi B çizgi sayısı, anterior akciğer bölgesi ile karşılaştırıldığında posterior akciğer bölgesinde daha fazla olarak tespit edilmiştir. Ayrıca parasternal hatlara kıyasla aksiller hatlarda daha fazla bulunmuştur. HD öncesi hastaların 14'ünün hafif dereceli pulmoner konjesyona, 9'unun orta ve 4'ünün ağır dereceli pulmoner konjesyona sahip olduğu gösterilmiştir. HD sonrasında ise hiçbir hastada ağır pulmoner konjesyona işaret eden B çizgi sayısına rastlanmamıştır[105]. Posterior bölgelere kıyasla AL akciğer bölgelerinde HD sonrası B çizgi sayısında daha fazla bir azalma bulunmuştur [105]. Bizim çalışmamızda da benzer bir durum söz konusudur. Çalışmamızda hastanın pozisyonuna göre bağımlı bölgelere karşılık gelen lateral ve posterior bölgelerde daha fazla sayıda B çizgisi bulundu. Hastalarımızın HD sonrası anterior, anterolateral bölgelerindeki B çizgi sayısında ve toplam B çizgi sayılarında diyaliz öncesi ölçülen değerlere göre anlamlı azalma tespit edilmiştir. Ancak posterior bölgelerdeki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu veriler bize LUS incelemesinin aksiller hat boyunca anterior ve lateral akciğer bölgelerinin daha kısa değerlendirilerek yapılabileceğini göstermektedir. Daha büyük popülasyonlarla daha ileri prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır. LUS taramalarında

alan sayısını daraltma ve daha hızlı görüntüleme yapma klinisyen için oldukça pratik olabilir. 303 HD hastasından oluşan bir kohortta, 28 bölge LUS skorunun ölüm ve KV olaylar için prognostik performansı sekiz bölgeyle karşılaştırılmıştır [106]. 8 bölge puanının, klasik 28 bölge puanıyla yakından ilişkili olduğu ve referans puanla aynı tahmin gücüne sahip olduğu bulunmuştur. 28 bölge skoru incelemesi için gerekli süre 8 bölge skoruna göre iki kat daha fazla süre gerektirir. Bu nedenle HD ünitelerinde günlük klinik uygulama için daha kullanışlı olabileceği bulunmuştur.

Tüm bu çalışmaların aksine kantitatif LUS skoru ölçümü yöntemlerini bulmayı hedefleyen 20 stabil HD hastasıyla yapılan pilot çalışmada B çizgi sayısında bir değişiklik tespit edilememiştir [107]. B çizgi sayısındaki değişkenlik ve dalgalanmaların, ölçümlerde niceliksel bir ölçü kullanılmasıyla ilgili bir problem olduğunu algoritmik ve objektif araçlara ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır [107, 108]. Tespit edilen B çizgi sayısı her ne kadar akciğerdeki sıvı fazlalığına bağlı olarak oluşmuş olsa da, miktarının doğrudan pulmoner ödem kantitatif bir ölçüsü olacağı anlamına gelmeyeceği belirtilmiştir. Akciğer sıvısı ölçümlerinin temelini oluşturmak ve bu miktarı US kılavuzluğunda B çizgi sayısı ile tespit etmek ve klinik bulgularla ilişkilendirmek için ek temel çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır [107].

Akut ve kronik KY'de LUS ile pulmoner konjesyonun dinamik değişiklikleri ve prognostik değerini inceleyen yeni bir sistematik derleme 60 çalışma taranmıştır. HD tedavisine yanıt olarak LUS'daki hızlı değişim doğrulanmıştır. Akut HD'de, B çizgi sayısının HD tedavisinden 3 saat kadar kısa bir süre içinde azaldığı ve B çizgilerinin sayısının, oturma pozisyonundan sırtüstü pozisyonuna geçişin ardından dakikalar içinde değişebileceği bulunmuştur [109]. Dekompanse KY nedeniyle hastaneye yatırılan hastalarda yapılan bir çalışmada, B çizgi sayısının ortalama $4,2 \pm 1,7$ günlük tıbbi tedaviden sonra ortadan kalktığı gösterilmiştir [75]. Bu bağlamda 2010 yılında Avrupa Kardiyoloji Derneği tarafından yatak başı yapılan LUS, pulmoner konjesyonu değerlendirmek için potansiyel yararlı bir yol olarak kabul edilmiştir. 2015 yılında Avrupa Kardiyoloji Derneği, Avrupa Acil Tıp Derneği ve Akademik Acil Tıp Derneği'nden, LUS şüpheli akut kalp yetmezliğinde akciğer ödemi değerlendirilmesinde birinci basamak test olarak önerilmiştir [110].

Acil Servis Departmanı'na pulmoner ödem nedeniyle başvuran hastalarda yatışından sonraki ilk 24 saat içinde pulmoner ödem tedavisinin yanıtını izlemede interstisyel sendromun klirensini için LUS kullanılmıştır [111]. LUS ilk başvuruda (T0), 3. saatte (T3) ve 24. saatte (T24) yapılmış, anterior ve lateral akciğer bölgelerinde toplam 11 bölge değerlendirilmiştir.

B çizgi sayısı her bölgede tahmin edilerek ve ortalama skor (LUS Skoru, 0–2 aralığında) hesaplanmıştır. 41 hasta ile yapılan çalışmada solunum ve hemodinamik parametreler tüm hastalarda T0 ile T3 arasında ve T3 ile T24 arasında düzelirken, ortalama B çizgi skoru 3.saatte ve 24. Saatte önemli ölçüde azalmıştır. Bu sonuçlarla, LUS’ un tedaviye yanıt olarak pulmoner konjesyon azalmasını izlemek için yararlı bir araç olduğu ve kardiyojenik pulmoner ödemi olan hastalarda, LUS’un ilk 24 saatte ekstrasvasküler akciğer suyunun hızlı klirensini tespit edebildiği gösterilmiştir.

LUS’un tanısal ve prognostik bir araç olarak rolü iyi oluşturulmuştur, ancak klinik faydası standart yaklaşımla bu teknik rehberliğindeki tedavi yöntemlerini karşılaştıran ilave randomize çalışmalarla doğrulanmaya ihtiyaç duymaktadır. LUS ile diyalizden önce ve sonra ölçülen ağırlık veya UF hacmindeki değişiklikler arasındaki ilişki birçok çalışmada değerlendirilmiştir[92, 96, 112, 113]. Bu çalışmalarınbirkısmı akut böbrek hasarı olup HD ve PD tedavisi uygulanan çocukları kapsamaktadır[112, 113].Bu ilişkiyi değerlendiren farklı çalışmalarda HD öncesi ve sonrası ağırlık farkının B çizgi sayısı değişimi ile ilişkili olduğu bulunmuştur.Noble ve ark.ları[103] HD sırasındaki UF hacmi ile B çizgi sayısidedişimi arasında ilişki olduğunu tespit eden ve UF yapılarak hastadan çekilen her 500 mL hacim için 2,7 birimlik B çizgi sayısı azalışını gösteren ilk otörlerdir. HD sırasında yapılan UF miktarı ile B çizgi sayısidedişiminin arasındaki ilişki birçok çalışma tarafından doğrulanmıştır[4, 92]. Fakat bir kısım çalışmadailişkisi gösterilememiştir[107, 114]. HD ünitesinde yapılmış başka çalışmalarda ise B çizgi sayısı değişimi, HD sırasında kilo kaybı ile korele olarak bulunmuştur[4, 105].Çalışmamızda da UF miktarı ve kilo değişimi ile B çizgi sayısidedişimi arasında düşük orta derecede korelasyon vardır. Yapılan regresyon analizinde B çizgi sayısındaki 1 birimlik artışın yapılan UF miktarının 127,35 ml kadar arttırdığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yapılan diğer çalışmalarla çalışmamız benzerlik göstermektedir.

HD hastalarında İVK ile B çizgi sayısı arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır [3, 92, 115]. Bu çalışmalardan birinde B çizgisi sayısının,indekslenmiş İVK çapı (vücut yüzey alanına bölünen İVKçapı) ile ilişkili olduğu bulunmuştur[3]. Diğer çalışmada ise diyaliz sırasındaki B çizgisi değişiklikleri ile İVK çapındaki değişiklikler arasında pozitif bir ilişki gözlemlenirken İVK-Kİ arasında bu ilişki gözlemlenmemiştir [4]. Başka bir çalışmada ise B çizgi değişimleri ile ne İVK çapları ne de İVK-Kİ arasında anlamlı bir ilişki gösterilmiştir [92]. Çalışmamızda da benzer şekilde B çizgi sayısı değişimi ile İVK ölçümleri ve İVK-Kİ arasında bir ilişki bulunamamıştır. Bu sonuçların olası bir yorumu, iki US tekniğinin farklı

sıvı kompartımanlarını değerlendirmesi olabilir. İVK, intravasküler volüm derecesini yansıtırken, LUS ise akciğer interstisyumundaki ekstrasvasküler sıvı derecesini yansıtır.

Hemodiyaliz hastalarının yaklaşık %85'i hipertansiftir, ancak %30'dan azında kan basıncı kontrolüsağlanır. Hacim yükünün azaltılması KB kontrolü için esastır. Ancak kuru ağırlığı tahmin etmek için klinik kriterler her zaman doğru sonuç vermemektedir. Hipertansiyonu olan 71 klinik olarak övolemik hemodiyaliz hastası ile yapılan bir çalışmada, hastaların bir kısmınaHD öncesi LUS kılavuzluğunda bir tedavi uygulanırken, bir kısmına standart bakım tedavisi uygulanmış ve hastalar 12 ay boyunca takip edilmiştir. Başlangıç ve 12. ay değerlendirmelerinde iki boyutlu ve doku Doppler ekokardiyografileri yapılmıştır.Takip sırasında, LUS uygulanan grupta daha fazla hastada kuru ağırlıkta azalma gerçekleşmiştir. 12 aydan fazla, LUS kılavuzluğunda kuru ağırlık azaltma, sol ventrikül ve sol atriyum yeniden şekillenmesi, miyokardiyal hipertrofi gerilemesi ve iyileştirilmiş sol ventrikül diyastolik dolum özellikleri ile ilişkilendirilmiştir[32].HD tedavisi alan 75 hastayla yapılan bir çalışmada hastaların B çizgi sayısı ile çeşitli kardiyak performans indeksleri arasında anlamlı bir korelasyon olduğu bildirilmiştir[34, 116]. Yapılan başka bir çalışmada ise, kısa süreli hasta takibi için US'nin, kardiyak biyobelirteçlerden daha umut verici bir araç gibi görüldüğü belirtilmiştir[115].çalışmamızda ekokardiyografik değerlendirme yapılmamıştır, sadece İVK ölçümleri yapılmıştır. Bu açıdan bakıldığında bu bir kısıtlılık olarak yorumlanabilir. Ayrıca örneğimizin nispeten küçük boyutluolması ve hastaların uzun süre takip edilmemesi diğer bir kısıtlılık olarak yorumlanabilir.

Sıvı durumunun belirlenmesinde tek başına İVK US' nin değeri, maliyetler göz önünde bulundurulduğunda, eğitimli personel ihtiyacı ve operatör bağımlılığına ilaveten barsak gazı veya adipozite nedeniyle zayıf İVK görünürlüğü gibi teknik sorunlar nedeniyle biraz sınırlıdır. Bu ilişki aynı zamanda kalp fonksiyonundan da etkilendiğinden, İVK'nin aşırı sıvı yüklenmesini veya azalmasını tespit etme hassasiyeti orta düzeyde olabilir ve daha fazla değerlendirme gerektirir[36].Daha güvenilir sonuçlar elde etmek için daha geniş hasta grupları üzerinde çalışma yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

Hastaların sıvı durumlarını değerlendirmeyi amaçlayan birçok çalışmada LUS ile hastaların plevral efüzyonları değerlendirilmiştir [92, 117, 118]. Bu çalışmaların birinde hastaların hiçbirinde HD seansı öncesi ve sonrası yapılan LUS'ta plevral efüzyona rastlanmamıştır [92]. Çalışmamızda da benzer şekilde sadece bir hastamızda HD öncesinde plevral efüzyon saptanırken efüzyon miktarının HD sonrasında azaldığı görülmüştür. Hastalarımızda plevral

efüzyonu nadir gözlememizin nedeni NYHA'a göre sınıf IV hastaları çalışma dışı bırakmış olmamız varsayılabilir.

6.SONUÇ

Bu çalışmada hemodiyaliz sonrasında akciğer ultrasonografisi ile belirlenen B çizgi sayısı ve inferior vena kavaçapları hemodiyaliz öncesi değerlendirmelere göre azalmıştır. Hemodiyaliz öncesi dönemde B çizgi sayısı ile inferior vena kava maksimum çapı arasında iyi derecede korelasyon mevcuttur. Delta B çizgi sayısı ile ultrafiltrasyon miktarı arasında ise ilişki daha zayıf düzeydedir. Özellikle anterior ve anterolateral bölgedeki B çizgilerin sayılarının azalması dikkat çekicidir. Sonuç olarak hemodiyaliz hastalarında bu parametrelerin hastanın fazla sıvı yükünün belirlenmesinde faydalı olabileceğini ve birlikte kullanılması gerektiğini düşünüyoruz.

7.KAYNAKLAR

1. Kim, Y.J., et al., *Overhydration measured by bioimpedance analysis and the survival of patients on maintenance hemodialysis: a single-center study*. Kidney research and clinical practice, 2015. **34**(4): p. 212-218.
2. Moissl, U., et al., *Bioimpedance-guided fluid management in hemodialysis patients*. Clinical Journal of the American Society of Nephrology, 2013. **8**(9): p. 1575-1582.
3. Basso, F., et al., *Comparison and reproducibility of techniques for fluid status assessment in chronic hemodialysis patients*. Cardioresenal medicine, 2013. **3**(2): p. 104-112.
4. Vitturi, N., et al., *Lung ultrasound during hemodialysis: the role in the assessment of volume status*. International urology and nephrology, 2014. **46**(1): p. 169-174.
5. Andrassy, K.M., *Comments on 'KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease'*. Kidney international, 2013. **84**(3): p. 622-623.
6. Levey, A.S., et al., *National Kidney Foundation practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification*. Annals of internal medicine, 2003. **139**(2): p. 137-147.
7. Levey, A.S., et al., *Definition and classification of chronic kidney disease: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)*. Kidney international, 2005. **67**(6): p. 2089-2100.
8. Palevsky, P.M., et al., *KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury*. American Journal of Kidney Diseases, 2013. **61**(5): p. 649-672.
9. Levin, A., R. Bilous, and J. Coresh, *Chapter 1: Definition and classification of CKD*. Kidney Int Suppl, 2013. **3**: p. 19-62.
10. DuBose, T.D., *American Society of Nephrology Presidential Address 2006: chronic kidney disease as a public health threat—new strategy for a growing problem*. Journal of the American Society of Nephrology, 2007. **18**(4): p. 1038-1045.
11. Taş, F.F., *Kronik böbrek yetmezlikli çocuklarda Fibroblast büyüme faktörü-23 ve Fetuin A düzeylerinin değerlendirilmesi*. 2015.
12. Süleymanlar, G., et al., *A population-based survey of Chronic Renal Disease In Turkey—the CREDIT study*. Nephrology Dialysis Transplantation, 2011. **26**(6): p. 1862-1871.
13. Süleymanlar, G., K. Ateş, and N. Seyahi, *Türkiye 2015 Yılı Ulusal Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Kayıt Sistemi Raporu*. Ankara: Türk Nefroloji Derneği Yayınları, 2016: p. 51-60.
14. Eknoyan, G., et al., *KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease*. Kidney Int, 2013. **3**(1): p. 5-14.
15. Collins, A.J., et al., *United States Renal Data System public health surveillance of chronic kidney disease and end-stage renal disease*. Kidney international supplements, 2015. **5**(1): p. 2-7.
16. Glasscock, R. and S. Massry, *Other congenital disorders*. Massry and Glasscock's Textbook of Nephrology. SG Massry and RJ Glasscock, editors. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2001: p. 865-868.

17. Pillebout, E., et al., *Proliferation and remodeling of the peritubular microcirculation after nephron reduction: association with the progression of renal lesions*. The American journal of pathology, 2001. **159**(2): p. 547-560.
18. Levey, A.S., et al., *K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification*. American Journal of Kidney Diseases, 2002. **39**(2 SUPPL. 1).
19. Akpolat, T., C. Utaş, and G. Süleymanlar, *Nefroloji El Kitabı*. 4. baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 2007.
20. Daugirdas, J.T., P.G. Blake, and T.S. Ing, *Handbook of dialysis*. 2012: Lippincott Williams & Wilkins.
21. Ersoy, F., *Hemodiyaliz Fiziksel Temelleri*. Hemodiyaliz Hekimi El Kitabı, 2001: p. 26-28.
22. Daugirdas, J.T., P.G. Blake, and T.S. Ing, *Handbook of dialysis*. Vol. 236. 2007: Lippincott Williams & Wilkins.
23. Korevaar, J., et al., *Validation of the KDQOL-SF TM: A dialysis-targeted health measure*. Quality of Life Research, 2002. **11**(5): p. 437-447.
24. İliçin, G., *Temel iç hastalıkları. Bölüm: 18 ve 25 enfeksiyon ve KBB hastalıkları*. 1996: Güneş Kitabevi.
25. Longo, D.L., et al., *Harrison's principles of internal medicine*. Vol. 2012. 2012: Mcgraw-hill New York.
26. Grassmann, A., et al., *End-stage Renal Disease—Global Demographics in 2005 and Observed Trends*. Artificial organs, 2006. **30**(12): p. 895-897.
27. Karaaslan, D.C., B. Afsar, and M. Kanbay, *Is relative overhydration measurement by bioimpedance spectroscopy useful in reducing morbidity and mortality in chronic kidney disease?* Clinical kidney journal, 2018. **11**(3): p. 370-371.
28. Alexandrou, M.-E., M.P. Theodorakopoulou, and P.A. Sarafidis, *Lung Ultrasound as a Tool to Evaluate Fluid Accumulation in Dialysis Patients*. Kidney and Blood Pressure Research, 2022. **47**(3): p. 163-176.
29. Türkmen, F., M. Aydın, and C. Ersan, *Hemodiyaliz Seminerleri*. 1. baskı. 2002. İstanbul.
30. Charra, B., et al., *Clinical assessment of dry weight*. Nephrology Dialysis Transplantation, 1996. **11**(suppl2): p. 16-19.
31. Agarwal, R., R.D. Toto, and M.R. Weir, *Extravascular lung water assessment by ultrasound to guide dry weight changes: ready for prime time?* American Journal of Kidney Diseases, 2020. **75**(1): p. 1-3.
32. Loutradis, C., et al., *Lung ultrasound-guided dry-weight reduction and echocardiographic changes in clinically euvolemic hypertensive hemodialysis patients: 12-month results of a randomized controlled trial*. Hellenic Journal of Cardiology, 2022. **64**: p. 1-6.
33. Jaeger, J.Q. and R.L. Mehta, *Assessment of dry weight in hemodialysis: an overview*. Journal of the American Society of Nephrology, 1999. **10**(2): p. 392-403.
34. Loutradis, C., et al., *Volume overload in hemodialysis: diagnosis, cardiovascular consequences, and management*. Nephrology Dialysis Transplantation, 2021. **36**(12): p. 2182-2193.
35. Di Nicolò, P., G. Magnoni, and A. Granata, *Lung ultrasound in hemodialysis: A card to be played?* Blood purification, 2017. **44**(1): p. 1-7.
36. Zhu, F., L. Rosales, and P. Kotanko, *Techniques for assessing fluids status in patients with kidney disease*. Current opinion in nephrology and hypertension, 2016. **25**(6): p. 473-479.
37. Schloerb, P.R., et al., *The measurement of total body water in the human subject by deuterium oxide dilution: With a consideration of the dynamics of deuterium distribution*. The Journal of clinical investigation, 1950. **29**(10): p. 1296-1310.
38. Miller, M.E., J. Cosgriff, and G.B. Forbes, *Bromide space determination using anion-exchange chromatography for measurement of bromide*. The American journal of clinical nutrition, 1989. **50**(1): p. 168-171.
39. Ronco, C., et al. *Diagnosis and management of fluid overload in heart failure and cardio-renal syndrome: the "5B" approach*. in *Seminars in nephrology*. 2012. Elsevier.

40. Aurelio, A., et al., *A physiologically based model of vascular refilling during ultrafiltration in hemodialysis*. Journal of theoretical biology, 2016. **390**: p. 146-155.
41. Rodriguez, H.J., et al., *Assessment of dry weight by monitoring changes in blood volume during hemodialysis using Crit-Line*. Kidney international, 2005. **68**(2): p. 854-861.
42. De Lorenzo, A., et al., *Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review*. Journal of applied physiology, 1997. **82**(5): p. 1542-1558.
43. Ribitsch, W., J. Stockinger, and D. Schneditz, *Bioimpedance-based volume at clinical target weight is contracted in hemodialysis patients with a high body mass index*. Clinical nephrology, 2012. **77**(5): p. 376-382.
44. Chan, V. and A. Perlas, *Basics of ultrasound imaging*, in *Atlas of ultrasound-guided procedures in interventional pain management*. 2011, Springer. p. 13-19.
45. Kılıçaslan, A., *Ultrasonographic Assessment Of The Airway Anatomy and Clinical Use*. Selcuk Medical Journal, 2014. **31**(2): p. 88-94.
46. Volpicelli, G., et al., *International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound*. Intensive care medicine, 2012. **38**(4): p. 577-591.
47. Copetti, R., G. Soldati, and P. Copetti, *Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome*. Cardiovascular ultrasound, 2008. **6**(1): p. 16.
48. Lichtenstein, D.A., *Lung ultrasound in the critically ill*. Annals of intensive care, 2014. **4**(1): p. 1.
49. Biswas, A., *The role of bedside point-of-care ultrasound evaluation of the lung in the critically ill patient*.
50. Havelock, T., et al., *Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010*. Thorax, 2010. **65**(Suppl 2): p. i61-i76.
51. Koh, D.-M., et al., *Transthoracic US of the chest: clinical uses and applications*. Radiographics, 2002. **22**(1): p. e1.
52. Kılıçaslan, A., et al., *Yoğun Bakım Uygulamalarında Ultrasonografi*. 1. ed. 2019, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
53. LoPresti, C.M., et al. *A national needs assessment of point-of-care ultrasound training for hospitalists*. in *Mayo Clinic Proceedings*. 2019. Elsevier.
54. Lichtenstein, D.A. and G.A. Meziere, *Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure*: the BLUE protocol*. Chest, 2008. **134**(1): p. 117-125.
55. Lichtenstein, D. and G. Mezière, *Bedside Lung Ultrasound in Emergency (BLUE) Protocol: Response*. Chest, 2010. **137**(6): p. 1487-1488.
56. Mittal, A.K. and N. Gupta, *Intraoperative lung ultrasound: A clinicodynamic perspective*. Journal of anaesthesiology, clinical pharmacology, 2016. **32**(3): p. 288.
57. Lichtenstein, D.A., *BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill*. Chest, 2015. **147**(6): p. 1659-1670.
58. Lichtenstein, D.A. and G.A. Mezière, *The BLUE-points: three standardized points used in the BLUE-protocol for ultrasound assessment of the lung in acute respiratory failure*. Critical Ultrasound Journal, 2011. **3**(2): p. 109-110.
59. Şenoğlu, N., *Olgularla Yoğun Bakım Protokolleri*. 2019, Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd.Şti.
60. Turner, J.P. and J. Dankoff, *Thoracic ultrasound*. Emergency Medicine Clinics, 2012. **30**(2): p. 451-473.
61. Goffi, A., R. Kruisselbrink, and G. Volpicelli, *The sound of air: point-of-care lung ultrasound in perioperative medicine*. Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie, 2018. **65**(4): p. 399-416.
62. Lichtenstein, D., *Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now?* Breathe, 2017. **13**(2): p. 100-111.
63. Volpicelli, G., *Lung sonography*. Journal of Ultrasound in Medicine, 2013. **32**(1): p. 165-171.
64. Lichtenstein, D.A., et al., *A-lines and B-lines: lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill*. Chest, 2009. **136**(4): p. 1014-1020.

65. Kruisselbrink, R., et al., *I-AIM (indication, acquisition, interpretation, medical decision-making) framework for point of care lung ultrasound*. *Anesthesiology*, 2017. **127**(3): p. 568-582.
66. Pivetta, E., et al., *Lung ultrasound-implemented diagnosis of acute decompensated heart failure in the ED*. *Chest*, 2015. **148**(1): p. 202-210.
67. Copetti, R., G. Soldati, and P. Copetti, *Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome*. *Cardiovascular ultrasound*, 2008. **6**(1): p. 1-10.
68. Agricola, E., et al., *"Ultrasound comet-tail images": a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water*. *Chest*, 2005. **127**(5): p. 1690-1695.
69. Volpicelli, G., et al., *Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome*. *The American journal of emergency medicine*, 2006. **24**(6): p. 689-696.
70. Lichtenstein, D., et al., *Ten good reasons to practice ultrasound in critical care*. *Anaesthesiology intensive therapy*, 2014. **46**(5): p. 323-335.
71. Volpicelli, G., et al., *Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure*. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 2014. **121**(2): p. 320-327.
72. Lichtenstein, D.A., et al., *Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill*. *Intensive care medicine*, 2004. **30**(2): p. 276-281.
73. Reissig, A., et al., *Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study*. *Chest*, 2012. **142**(4): p. 965-972.
74. Cortellaro, F., et al., *Lung ultrasound is an accurate diagnostic tool for the diagnosis of pneumonia in the emergency department*. *Emergency medicine journal*, 2012. **29**(1): p. 19-23.
75. Volpicelli, G., et al., *Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure*. *The American journal of emergency medicine*, 2008. **26**(5): p. 585-591.
76. Miger, K.C., et al., *Clinical Applicability of Lung Ultrasound Methods in the Emergency Department to Detect Pulmonary Congestion on Computed Tomography*. *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*, 2019.
77. Lichtenstein, D.A., et al., *The "lung pulse": an early ultrasound sign of complete atelectasis*. *Intensive care medicine*, 2003. **29**(12): p. 2187-2192.
78. Lichtenstein, D., et al., *The "lung point": an ultrasound sign specific to pneumothorax*. *Intensive care medicine*, 2000. **26**(10): p. 1434-1440.
79. Chuang, T.-J. and C.-C. Lai, *Sonographic barcode sign of pneumothorax*. *QJM: An International Journal of Medicine*, 2017. **110**(8): p. 525-526.
80. Mattison, L.E., et al., *Pleural effusions in the medical ICU: prevalence, causes, and clinical implications*. *Chest*, 1997. **111**(4): p. 1018-1023.
81. Soni, N.J., et al., *Ultrasound in the diagnosis and management of pleural effusions*. *Journal of hospital medicine*, 2015. **10**(12): p. 811-816.
82. Wongwaisayawan, S., et al., *Emergency thoracic US: the essentials*. *Radiographics*, 2016. **36**(3): p. 640-659.
83. Soni, N.J., R. Arntfield, and P. Kory, *Point of care ultrasound e-book*. 2019: Elsevier Health Sciences.
84. Nette, R.W., et al., *Norepinephrine-induced vasoconstriction results in decreased blood volume in dialysis patients*. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 2006. **21**(5): p. 1305-1311.
85. Marx, G., et al., *Intravascular volume therapy in adults: Guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany*. *European journal of anaesthesiology*, 2016. **33**(7): p. 488.

86. Richards, J.R. and J.P. McGahan, *Focused assessment with sonography in trauma (FAST) in 2017: what radiologists can learn*. Radiology, 2017. **283**(1): p. 30-48.
87. Long, E., et al., *Does respiratory variation in inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis*. Shock: Injury, Inflammation, and Sepsis: Laboratory and Clinical Approaches, 2017. **47**(5): p. 550-559.
88. Long, E., et al., *Does respiratory variation of inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness in spontaneously ventilating children with sepsis*. Emergency Medicine Australasia, 2018. **30**(4): p. 556-563.
89. Bodson, L. and A. Vieillard-Baron, *Respiratory variation in inferior vena cava diameter: surrogate of central venous pressure or parameter of fluid responsiveness? Let the physiology reply*. Critical care, 2012. **16**(6): p. 1-3.
90. Long, E., et al., *Cardiac index changes with fluid bolus therapy in children with sepsis—an observational study*. Pediatric Critical Care Medicine, 2018. **19**(6): p. 513-518.
91. Barbier, C., et al., *Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients*. Intensive care medicine, 2004. **30**(9): p. 1740-1746.
92. Trezzi, M., et al., *Lung ultrasonography for the assessment of rapid extravascular water variation: evidence from hemodialysis patients*. Internal and emergency medicine, 2013. **8**(5): p. 409-415.
93. Zoccali, C., et al., *Pulmonary congestion predicts cardiac events and mortality in ESRD*. Journal of the American Society of Nephrology, 2013. **24**(4): p. 639-646.
94. Artan, A.S., et al., *Dialyzing women and men: does it matter? An observational study*. Clinical kidney journal, 2016. **9**(3): p. 486-493.
95. Chang, T.-J., et al., *Relationship between body mass index and renal function deterioration among the Taiwanese chronic kidney disease population*. Scientific reports, 2018. **8**(1): p. 1-12.
96. Enia, G., et al., *Asymptomatic pulmonary congestion and physical functioning in hemodialysis patients*. Clinical journal of the American Society of Nephrology, 2013. **8**(8): p. 1343-1348.
97. Mora-Fernández, C., et al., *Diabetic kidney disease: from physiology to therapeutics*. The Journal of physiology, 2014. **592**(18): p. 3997-4012.
98. AZAK, A., et al., *TÜRKİYE'DE PRİMER FOKAL SEGMENTAL GLOMERÜLOSKLEROZ: TÜRK NEFROLOJİ DERNEĞİ ULUSAL KAYIT SİSTEMİ VERİLERİ*. 2018.
99. Loutradis, C., et al., *The effect of dry-weight reduction guided by lung ultrasound on ambulatory blood pressure in hemodialysis patients: a randomized controlled trial*. Kidney international, 2019. **95**(6): p. 1505-1513.
100. Feissel, M., et al., *The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy*. Intensive care medicine, 2004. **30**(9): p. 1834-1837.
101. Katzarski, K.S., et al., *A critical evaluation of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter in assessing dry weight in normotensive and hypertensive hemodialysis patients*. American journal of kidney diseases, 1997. **30**(4): p. 459-465.
102. Koratala, A. and D.W. Ross, *Lung ultrasound in hemodialysis patients: is it practical to scan 28 zones?* American Journal of Kidney Diseases, 2020. **75**(5): p. 815.
103. Noble, V.E., et al., *Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis: time course for resolution*. Chest, 2009. **135**(6): p. 1433-1439.
104. Zoccali, C. *Lung ultrasound in the management of fluid volume in dialysis patients: potential usefulness*. in *Seminars in Dialysis*. 2017. Wiley Online Library.
105. Donadio, C., et al., *Effective and timely evaluation of pulmonary congestion: qualitative comparison between lung ultrasound and thoracic bioelectrical impedance in maintenance hemodialysis patients*. Medicine, 2015. **94**(6).
106. Torino, C., et al., *Can the assessment of ultrasound lung water in haemodialysis patients be simplified?* Nephrology Dialysis Transplantation, 2021. **36**(12): p. 2321-2326.

107. Weitzel, W.F., et al., *Quantitative lung ultrasound comet measurement: method and initial clinical results*. Blood purification, 2015. **39**(1-3): p. 37-44.
108. Jambrik, Z., et al., *Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water*. The American journal of cardiology, 2004. **93**(10): p. 1265-1270.
109. Platz, E., et al., *Dynamic changes and prognostic value of pulmonary congestion by lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a systematic review*. European journal of heart failure, 2017. **19**(9): p. 1154-1163.
110. Mebazaa, A., et al., *Recommendations on pre-hospital and early hospital management of acute heart failure: a consensus paper from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, the European Society of Emergency Medicine and the Society of Academic Emergency Medicine—short version*. European heart journal, 2015. **36**(30): p. 1958-1966.
111. Cortellaro, F., et al., *Lung ultrasound for monitoring cardiogenic pulmonary edema*. Internal and emergency medicine, 2017. **12**(7): p. 1011-1017.
112. Allinovi, M., et al., *Lung ultrasound: a novel technique for detecting fluid overload in children on dialysis*. Nephrology Dialysis Transplantation, 2017. **32**(3): p. 541-547.
113. Allinovi, M., et al., *Finding covert fluid: methods for detecting volume overload in children on dialysis*. Pediatric Nephrology, 2016. **31**(12): p. 2327-2335.
114. Siriopol, D., et al., *Predicting mortality in haemodialysis patients: a comparison between lung ultrasonography, bioimpedance data and echocardiography parameters*. Nephrology Dialysis Transplantation, 2013. **28**(11): p. 2851-2859.
115. Vitturi, N., et al., *Thoracic ultrasonography: a new method for the work-up of patients with dyspnea*. Journal of ultrasound, 2011. **14**(3): p. 147-151.
116. Mallamaci, F., et al., *Detection of pulmonary congestion by chest ultrasound in dialysis patients*. JACC: Cardiovascular Imaging, 2010. **3**(6): p. 586-594.
117. Gargani, L. and G. Volpicelli, *How I do it: lung ultrasound*. Cardiovascular ultrasound, 2014. **12**(1): p. 1-10.
118. Reisinger, N., et al., *Lung ultrasound to diagnose pulmonary congestion among patients on hemodialysis: comparison of full versus abbreviated scanning protocols*. American Journal of Kidney Diseases, 2022. **79**(2): p. 193-201. e1.