

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

KRONİK VİRAL HEPATİT OLGULARINDA VİRAL YÜK VE
HEPATİK DOPPLER ULTRASONOGRAFİ BULGULARI
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ayşegül SOLMAZ TUNCER

BOLU 2009

**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**KRONİK VİRAL HEPATİT OLGULARINDA VİRAL YÜK VE
HEPATİK DOPPLER ULTRASONOGRAFİ BULGULARI
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ayşegül SOLMAZ TUNCER

**Radyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı Yrd. Doç. Dr. Öcal SIRMATEL
BOLU 2009**

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimin son döneminde kliniğimizde göreve başlayan ve bu süreçte beni bilimsel olarak çalışmaya ve araştırmaya teşvik eden, radyoloji alanında edindiğim bilgi ve becerilerin oluşmasında yardımcı olan Radyoloji Anabilim Dalı başkanımız, sayın hocam Prof. Dr. A.Oktay IŞIK'a saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Asistanlığım süresince bilimsel eğitimimim yanında, sosyal yaşantımda da sürekli desteğini hissettiğim, bana her zaman çalışma ahlakı ve disiplini konusunda örnek olan, radyoloji alanında edindiğim bilgi ve deneyimlerimin oluşmasında yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, tezimin hazırlamasında bana engin deneyimlerini aktarmaktan çekinmeyen, dürüst ve çağdaş insan, sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Öcal SIRMATEL' e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Eğitimim süresince bilimsel katkılarından ve sabrından dolayı bölümümüz öğretim üyesi, Doç. Dr. Safiye GÜREL'e ve yetişmemde emeği geçen hocam Yrd. Doç. Dr. Kamil GÜREL'e teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanmasında katkı ve önerilerini esirgemeyen , değerli hocalarım; Enfeksiyon hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Fatma SIRMATEL ve Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Aysu KIYAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Anabilim dalımızda görev alan tüm asistan arkadaşlarıma ve personelimize teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatım boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen, beni topluma faydalı bir insan olarak yetiştiren, sıkıntılı dönemlerimde daima yanımda olan aileme, beni bu zor günlerimde destekleyen ve sabrını esirgemeyen eşime ve sevgili oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Ayşegül SOLMAZ TUNCER, Bolu- 2009

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii-viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ÖZET	x
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	xi
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Karaciğer Anatomisi	2-4
2.1.1. Normal Karaciğer Boyutları ve Ekojenitesi	5
2.1.2. Hepatik Dolaşım	5
2.1.2.1. Portal Ven	5-6
2.1.2.2. Hepatik Arter	6-9
2.2.2.3. Hepatik Venöz Sistem	9-14
2.2. Ultrasonografinin Tanımı ve Ultrasesin Teknik Özellikleri	
2.2.1. Ultrasonun Tanımı	14
2.2.2. Ultrasesin Elde Edilmesi	14-18
2.2.3. Sesin Şiddeti	18
2.2.4. Atenüasyon	18
2.2.5. Ultrasesin Q Faktörü	18
2.2.6. Ringdown	18
2.2.7. Sesin demet yapısı ve uzanımı	19
2.3. Doppler US	19
2.3.1. Temel Fizik	20-22
2.3.2. Doppler Ultrasonografinin Uygulamaları	
2.3.2.1. Continuous Wave(CW) Doppler	22
2.3.2.2. Puls Wave Doppler	23
2.3.2.3. Renkli Doppler	25
2.3.2.4. Doppler US'de Gösterim Yöntemleri	28
2.3.2.5. Spektral Doppler (Duplex Doppler)	29

2.3.2.6. Power Doppler	30-32
2.3.2.7. Kan Damarlarındaki Hemodinami	32
2.3.2.8. Dopplerde Akımların Değerlendirilmesi	32-34
2.3.2.9. Doppler US'nin Endikasyonları ve Kullanım Alanları	37
2.3.2.10. İnceleme Parametreleri	38-41
2.3.2.11. Hemodinamik	41-43
2.3.2.12. Doppler US'de Görülen Artefaktlar	43-46
2.3.2.13. Akustik Güç ve Biyolojik Etki	47
2.4. Viral Hepatitler	47-54
2.5. Hepatitlerde Radyolojik Bulgular	54-58
3. GEREÇ VE YÖNTEM	59-62
4. BULGULAR	62-66
5. TARTIŞMA	67-69
6. SONUÇ	70-71
7. KAYNAKLAR	72-77

SİMGELER VE KISALTMALAR

HBV: Hepatit B infeksiyonu
HCV: Hepatit C İnfeksiyon
PV: Portal ven
HA: Hepatik arter
HV: Hepatik ven
DNA: Deoksiribonükleik asit
RNA: Ribonükleik asit
Hz: Hertz
Khz: Kilohertz
MHz: Megahertz
MI: Mekanik indeks
RI: Rezistivite indeksi
PI: Pulsatilité indeksi
TAV: Ortalama kan akım hızı
US: Ultrasonografi
EIA: Enzyme Immunoassay
KPH: Kronik persistan hepatit
KAH: Kronik aktif hepatit
KHB: Kronik Hepatit B
AHB: Akut hepatit B
HIV: Human Immunodeficiency Virus
KPH: Kronik persistan hepatit
AHC: Akut hepatit C
KHC: Kronik hepatit C
DPI: Doppler Perfüzyon index
RDUS: Renkli Doppler US
KKY: Konjestif kalp yetmezliği
KAH: Koroner arter hastalığı
S/D: Sistol/diyastol
AH: Akım hacmi
PS: Pik sistolik hız
ED: End diastolik hız
İVK: İnferior vena kava
Tamx: Zaman ortalamalı maksimum hız
Tamn: Zaman ortalamalı orta hız
HBsAg: Hepatit B surface (yüzey) antijeni
HBeAg: Hepatit B e antijeni
AT: Akselerasyon zamanı
AK: Akselerasyon
HBcAg : Hepatit B c (core-çekirdek) antijeni
Anti-HBe : Hepatit B e antijenine karşı oluşmuş antikor
Anti-HBs : Hepatit B yüzey antijenine karşı oluşmuş antikor
Anti-HBc : Hepatit B c antijenine karşı oluşmuş antikor

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil sıra no:	Sayfa no
Şekil 2.1 Karaciğerin normal anatomisi	2
Şekil 2.2 Karaciğerin subsegmental anatomisi	4
Şekil 2.3 Portal ven akım paterni	6
Şekil 2.4 Portal ven, hepatik arter ve bilier sistem anatomisi	8
Şekil 2.5 Hepatik arterdeki normal akım paterni	9
Şekil 2.6 Karaciğer içerisinde hepatik venlerin ve portal venin dağılımı	10
Şekil 2.7a/b Sağ ve orta hepatik venlerin B-mod ve Power Doppler US görüntüleri	11
Şekil 2.8 a/b/c (a) hepatik vendeki trifazik akım paterni (b) bifazik akım paterni (c) monofazik akım paterni	12-13
Şekil 2.9 Piezoelektrik olay	15
Şekil 2.10 Ultrases	15
Şekil 2.11 Ultrasesin doku içindeki absorpsiyonu	16
Şekil 2.12 Akustik empedans	17
Şekil 2.13 Sesin demet yapısı ve uzanımı	19
Şekil 2.14 Sesin puls uzunluğu, aksiyel çözümleme ve frekans bant genişliği arasındaki ilişki	20
Şekil 2.15 Doppler kayması	21
Şekil 2.16 Continuous Wave Doppler	23
Şekil 2.17 Yüksek PRF kullanımı	24
Şekil 2.18 Nyquist limiti ve alising	25
Şekil 2.19.a/b (a) Dokuya gönderilen ses demeti (b) Yansıtıcı yüzeylerdeki hareketin meydana getirdiği frekans değişikliği	27
Şekil 2.20.a/b (a) Doppler şiftinin spektral analizi	28
c/d (b) Düşük rezistanslı bir damardaki spektral analiz (c) Normal ve yüksek rezistanslı iki vasküler	28

	yapının karşılaştırılması	29
	(d) Ortamala akım hızının hesaplanması	29
Şekil 2.21	Renal arter düzeyinin renkli Doppler ile incelenmesi	30
Şekil 2.22	Arterin kalibrasyonundaki değişikliğin spektral doppler görünümü	31
Şekil 2.23	Damar çapının arteryel akım üzerine etkisi	32
Şekil 2.24	Türbülans ve Nyquist limitinin aşılması nedeniyle renkli görüntüde geriye dönüş	33
Şekil 2.25	A-V fistüldeki akım şekli	34
Şekil 2.26	Akımın yarı kantitatif olarak değerlendirilmesinde kullanılan indeks ölçümleri	36
Şekil 2.27	Arteryel akım şekillerinin spektral analizi. A: plug akım, B: laminar akım, C: türbülant akım	42
Şekil 2.28	Laminar ve türbülant akımlarda bant genişliği ve pencerenin durumu	42
Şekil 2.29	Aliasing artefaktı	44
Şekil 2.30	Ayna hayali artefaktı	44
Şekil 2.31	Portal vende uygulama açısının genişliğine bağlı akım artefaktı	45

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo sıra no:	Sayfa no
Tablo 2.1 Ana hepatik arterin verdiği dallar	7
Tablo 2.2 Bazı doku, organ ve maddelerin akustik impedansları	18
Tablo 2.3 Viral hepatit etkenleri	48
Tablo 4.1 Olguların yaş ve cinsiyet özellikleri	62
Tablo 4.2 Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatit'li olgular grubunun hepatik ven dalga formu açısından kıyaslamaları	63
Tablo 4.3 Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatitli olguların portal ven doppler değerleri	63
Tablo 4.4 Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatitli olguların hepatik arter doppler değerleri	64
Tablo 4.5 Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatitli olguların karaciğer-dalak boyutları, splenik ven çapları, viral yükleri ve DPI değerleri	65
Tablo 4.6 İnaktif-kronik viral hepatitli olguların viral yük değerleri	65

ÖZET

Çalışmamızda RDUS kullanarak karaciğer hepatik arter, hepatik ven ve portal ven incelemelerinden elde olunan viral yükü negatif olan inaktif, viral yükü yüksek olan aktif kronik hepatit B ve C ve sağlıklı hastalardan oluşan kontrol grubunu karşılaştırdık.

1 Haziran 2008 ve 1 Haziran 2009 tarihleri arasında, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Radyoloji Kliniğine başvuran; inaktif ve kronik hepatitli 60 olgu ve 50 olgu normal olgu, Siemens ACUSON Antares Ultrasound Imaging System adlı cihazın CH 4-1 konveks probu kullanılarak, B-mod ultrasound ve Dupleks-spektral doppler US yapılarak incelendi.

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre inaktif viral hepatitli olgularda RI ve TAV değerleri ve DPI değeri, kontrol grubundan yüksek bulunmuştur; Kronik viral hepatitli olgularda RI, Tamn, akım hacmi değerleri ve dalak boyutu kontrol grubundan yüksek bulunmuştur.

Optimal şartlarda yapıldığında sık tekrarlanabilme ve noninvaziv bir yöntem olan RDUS kronik viral hepatit, inaktif viral hepatitli ve özellikle occult hepatit olgularının izleminde, tanımlanmasında ve biyopsi yapılamayan olguların değerlendirilmesinde yeni bir metod olarak düşünülebilir.

Anahtar kelimeler: Kronik Viral Hepatit, Karaciğer, Hepatit B ve C, Hepatik ven, Hepatik arter, Portal ven, Doppler Ultrasonografi

SUMMARY

The aim of our study was to compare the results of hepatic artery,hepaticvein,portal vein RDUS examinations in our study group with our control group and we aimed to evaluate the validity of RDUS in the diagnosis of chronic liver disease.

Between 1 JUNE 2008 – 1 JUNE 2009 , 60 patients with chronic liver disease both hepatitis B and C infection and 50 subjects without known liver disease as control group, attending Abant İzzet Baysal University Medical School Radiology Department were examined by B-Mod and Duplex – Spectral Doppler Sonography using a CH 4-1 MHz transducer (Siemens ACUSON Antares Ultrasound Imaging System).

According to the data obtained in our research, more hepatic artery RI and TAV counts are seen in inactive viral hepatitis cases than the control group. In chronic viral hepatitis cases, RI, Tamn, flux volume counts and spleen size are larger than the control group.

When performed in optimal conditions, RDUS chronic viral hepatitis is a repeatable and non-invasive method. It may also be seen as a new method to monitor and identify inactive viral hepatitis and non-occult hepatitis cases, and for cases where biopsy is not an option.

Key Words: Chronic viral hepatitis, Liver, Hepatitis B and C, Hepatic vein, Hepatic artery, Portal vein, Doppler Ultrasonography

1.GİRİŞ

Kronik viral hepatit karaciğer sirozuna ve karaciğer kanserine yol açabilmesi nedeni ile çok ciddi bir sağlık sorunudur. Özellikle hastalığın endemik olduğu bölgelerde infeksiyon, yenidoğan döneminde anneden vertikal geçiş ile veya çok küçük yaşlarda horizontal geçiş ile alınmaktadır. Bu bölgelerdeki taşıyıcıların yaklaşık % 40'ı hepatit infeksiyonuna bağlı olarak karaciğer kanseri veya sirozu gibi nedenlerden kaybedilmektedir. Virusun vücuda alınmasından sonra karaciğerde hepatosit hasarı, nekroz ve dejenerasyonu ile reaktif iltihap cevabının gelişmesi söz konusudur (1).

Kronik viral hepatit tanısını koymada ilk önce anamnez, fizik muayene ve biyokimyasal testler ile hepatit belirteçlerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Perkütan biopsi spesmenlerinin patolojik incelemesi nekroinflamasyonun evrelendirilmesinde ve fibrozisin gösterilmesinde altın standart kabul edilmektedir. Perkütan biopsi invazivdir ve hasta için rahatsız edicidir. Ultrasonografi (US) noninvaziv ve ucuz bir yöntem olarak hepatik fokal lezyonların ve diffüz parankimal hastalıkların tanısında popülarite kazanmaktadır. Kronik viral hepatitlerde son yıllarda yapılan çalışmalarda konvansiyonel US ile patolojik sonuçların karşılaştırılması ve skorlaması umut verici gibi görünmektedir. Karaciğer parankim yüzeyi, karaciğer parankim ekojenitesi, hepatik venlerin durumu ve dalak boyutu bu değerlendirmede kullanılan kriterlerdir. Konvansiyonel US kronik karaciğer hastalığında yalnızca kalitatif bilgi vermektedir (1). Kolay uygulanabilen ve ucuz bir yöntem olan renkli Doppler sonografi ise; hepatik parankimal hastalığı ve hepatik vasküler yapıyı değerlendirmede önemli bir tanı yöntemidir. Hepatik ven ve portal venlerdeki akımın yönü, hızı, akım formundaki değişikliklerin gösterilmesi ve portal ven içerisindeki trombüsün gösterilmesi Doppler US ile mümkün olmaktadır (2). Renkli Doppler ultrasonografi'nin (RDUS) yukarıda vurgulanan özellikleri kronik viral hepatit tanısında önemli bir yer tutmaktadır. Bunların yanında renkli Doppler ultrasonografi ile birlikte uygulanan B-mod US ile, karaciğer ve diğer sistemlere ait

patolojiler de saptanabilmektedir (2). Bu yöntem son derece uygulayana bağımlıdır ve inceleme tekniği iyi tanımlanmalıdır.

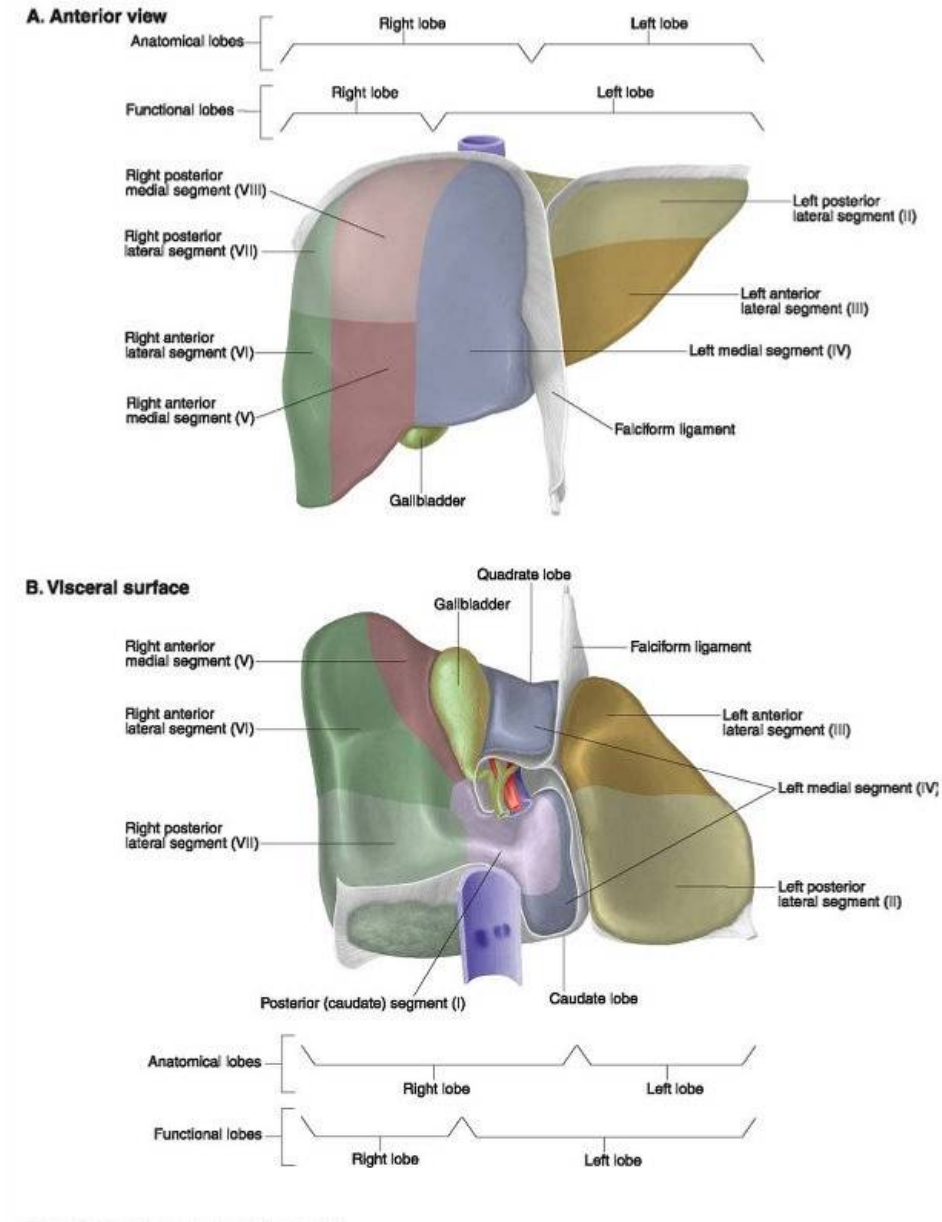
Kronik viral hepatit tanısında RDUS kullanılması konusunda literatürde yeterince yapılmış çalışma yoktur. Bu durum kullanılacak tekniğin standardize edilmesinde sıkıntı oluşturmaktadır.

Çalışmamızda RDUS kullanarak kronik hepatit B ve C ile kontrol grubu olgularında elde edilen verileri karşılaştırdık. Bulgulara dayanarak RDUS'nin kronik karaciğer hastalığı olgularının tanısındaki yerini belirlemeye çalıştık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Karaciğer Anatomisi

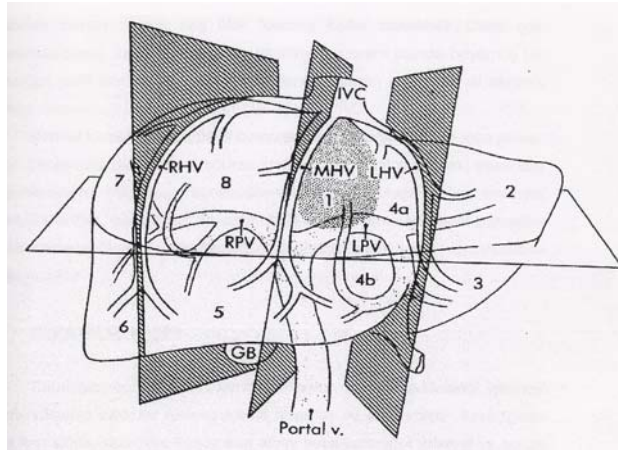
Karaciğer vücuttaki en büyük organ olarak bilinmektedir ve yetişkinde yaklaşık 1500 gramdır (1400-1700 gram) (3). Karaciğer sağ üst kadranda, sağ hemidiyafragma altında, mide ve barsakların üstünde bulunur. Karaciğer fonksiyonel olarak sağ ve sol şeklinde iki loba ayrılır. Sağ lobun alt yüzünde kuadrat lob, arka yüzünde ise kaudat lob denen daha küçük bölümler bulunur. Sağ lob ile sol lobu, safra kesesi lojundan inferior vena kavaya uzanan ana lobar fissür ayırır. Sağ lob, sağ intersegmental fissür tarafından anterior ve posterior segmentlere ayrılır. Sol intersegmental fissür ise sol lobu medial ve lateral segmentlere ayırır. Kaudat lob karaciğerin posteriorunda yer alır ve posterior sınırını inferior vena kava, anterior sınırını da ligamentum venozumun fissürü yapar (Şekil 2.1) (3,4).



Şekil 2.1: Karaciğerin normal anatomisi (karaciğerin önden ve alttan görünüşü). Lippincott Williams & Wilkins Atlas of Anatomy'den (5) alınmıştır.

Karaciğer ince bir konnektif doku tabakası olan Glisson kapsülü ile çevrelenmiştir. Porta hepatis; ana portal ven, hepatik arter ve koledok hepatoduodenal ligament içinde seyrederek. Falsiform ligament fetal gelişim sırasında umbilikal veni içerir. Doğumdan sonra umbilikal ven atrofiye uğrar ve ligamentum teresi oluşturur. Ligamentum venozum, fetal hayat boyunca umbilikal ven ile inferior vena kava arasında şant işlevi üstlenen oblitere duktus venozusu içerir (3,4)

Karaciğer segmentlerinin birbirine göre konumlarını daha iyi anlayabilmek hepatic damarsal anatomiye de iyi bilmek gerekir. Büyük hepatic venler lobların ve segmentlerin arasında seyrederek. Orta hepatic ven, ana lobar fissür içinde seyrederek ve sağ lobu , sol lob medial segmentten ayırır. Sağ hepatic ven, sağ intersegmenter fissür içinde seyrederek ve sağ lobu ön ve arka segmentlere ayırır. Sol hepatic ven ise, sol intersegmenter fissür içinde seyrederek sol lobu medial ve lateral segmentlere ayırır. Karaciğerin fonksiyonel anatomisi diğer bir kullanılan yöntemdir. Bu yöntem Couinaud (1957) tarafından geliştirilmiştir. Bu sisteme göre sekiz segment mevcuttur. Sağ, orta ve sol hepatic venler karaciğeri longitudinal olarak dört bölüme ayırırlar. Bu bölümlerin her birisi de sağ ve sol portal venleri birleştiren hayali düzlem tarafından transvers olarak ikiye ayrılır. Segmental numaralamaya kaudat lobdan başlanır (Segment I). Segment II ve III sırasıyla sol superior ve inferior lateral segmentler, segment IV ise sol lobun medial segmentidir. Segment V ve VI sağ lobda transvers planın inferiorunda, segment VII ve VIII ise superiorunda yer alır (3,4).



Şekil 2.2: Karaciğerin subsegmental anatomisi: RHV : sağ hepatic ven, MHV: orta hepatic ven, LHV: sol hepatic ven, RPV:sağ portal ven.LPV: sol portal ven. Oğuz M'den (6) alınmıştır.

2.1.1. Normal Karaciğer Boyutları ve Ekojenitesi

Karaciğer abdomende sağ üst kadranda kostaların altında yer alan büyük intraperitoneal bir organdır. Normal karaciğer boyut ve şekil olarak farklılıklar gösterebilir. Karaciğerin üst sınırı yaklaşık olarak orta klaviküler hatta beşinci interkostal aralıktadır. Karaciğerin alt sınırı ise kotların alt sınırına kadar uzanır. Normal karaciğerin kraniokaudal çapı 15 cm'yi geçmez. On beş santimi geçen olgularda karaciğerin büyüdüğünden bahsedilebilir. Riedel lobu, böbreğin ön yüzü komşuluğunda karaciğerin sağ lobundan zaman zaman sağ iliak fossaya kadar uzanabilir. Daha çok kadınlarda olmak üzere Riedel lobu özellikle transvers planda büyümüş bir karaciğeri taklit eder. Sagittal planda uzanan ince, dar, dil benzeri şekilde olması doğru tanıya götürür (7,8)

Normal karaciğer parankimi homojen eko özelliğindedir ve ince ekolar içerir. Ekojenitesi dalaktan ve böbrek korteksinden hafifçe yüksek, pankreas ekojenitesinden düşüktür.

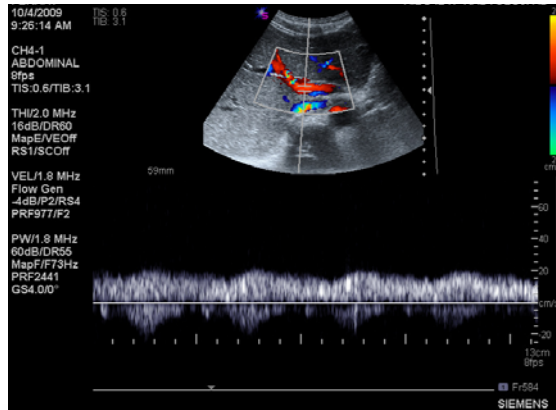
2.1.2. HEPATİK DOLAŞIM

Karaciğer, barsaklardan kendisine gelen besin maddelerini işlemek üzere vücudun vasküler sistemi içinde oluşmuş ve yerleşmiştir. Karaciğerin total kan akımı; karaciğer venöz kan akımı veya karaciğer arteryel ve portal sistem kan akımının toplamı ile aynıdır. Karaciğerdeki kan akımı dakikada 1500 mm'dir ve bunun üçte ikisi portal ven tarafından sağlanır. İstirahat kalp atım hacminin yaklaşık % 20'si (1-2 lt / dk) hepatik arter, % 80'i portal ven ile karaciğere ulaşır. Hepatik arter karaciğerin oksijen gereksiniminin % 40'nı sağlar (9)

2.1.2.1. Portal Ven: Portal ven 5 cm uzunluğundadır. Kollum pankreatisin arkasında superior mezenterik ven ve splenik venin birleşmesi ile oluşur.

Gastrointestinal sistemden (barsaklar ve dalak) gelen tam oksijenize olmayan kanı karaciğere ulaştırır. Hatta pankreas ve safra kesesinden de kan alır (3).

Portal ven akımı tüm alanlarında karaciğere doğrudur (hepatopetal). Karaciğerden uzaklaşan (hepatofugal) akım her zaman patolojiktir. Portal akım solunumsal ve kardiyak vurudan az oranda etkilenen , minimal fazik biçim gösterir. Fazik desen, hepatik arter ve diğer epigastrik arteryel dallardan oldukça farklı olarak "rüzgar fırtınası sesi" oluşturur. Sağ kalp yetmezliği ve sıvı yüklenmesi durumlarında sağ atrial atımlar karaciğerden portal vene aktarılır ve pulsatil Doppler dalga formları oluşur. Sırtüstü yatan hastada sakin soluk alıp verme sırasında normal portal ven çapı en çok 13 mm olarak ölçülür. Derin inspiryum sırasında portal ven ve dallarının çapı normal olarak artar. Portal hipertansiyonda ise portal ven dilate olur ve splenik ve süperior mezenterik vendeki solunumsal değişiklikler kaybolur. Normal pik hız değeri 15-30 cm/sn, ortalama hız değeri 12-20 cm/sn arasında değişmektedir. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3: Portal ven akım paterni

2.1.2.2. Hepatik Arter: Çölyak trunkustan çıkan ana hepatik arter (a. hepatica communis) üç dalından biri olan a. Hepatika propria, omentum minus içinde yukarı doğru ilerler; porta hepatis'e gelince sağ ve sol dal (ramus) olarak ikiye ayrılır. Bu dallar karaciğer parankimi içerisinde segmental ve subsegmental dallara bölünür. Hastaların % 50'lik bir kısmında hepatik arterde anatomik varyasyonlar veya hepatik arterin aberran orijin alması gibi bir durum vardır. Hepatik arter dalları portal

venlere eşlik eder. Portal venin terminal dalları ve bunlara eşlik eden hepatik arterioller ve safra kanalları asinüs olarak adlandırılır (3).

Porta hepatis, hepatik ligamentum teres fissürünün (fissura ligamenti teretis hepatis) üst ucu ile safrakesesi fossası arasında yer alan derin bir yarıktır. Önde kuadrat lob, arkada kaudat lob ile sınırlanır. Sağ daldan ayrıca safra kesesine giden sistik arter ayrılır. A. Hepatika propria safra yollarını %20 önden, %80 arkadan çaprazlayarak gider. Ayrıca süperior mezenterik arterden çıkan aberran sağ hepatik arter varlığı da saptanmıştır. Genelde a. Hepatika propria portal veni %95 önden çaprazlayarak porta hepatis'e girer. "Terminologia Anatomica" ya göre ana hepatik arterin verdiği dallar Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Ana hepatik arterin (a. Hepatica communis) verdiği dallar

A. gastroduodenalis

A. gastrica dextra

A. hepatica propria

Ramus dexter

A. cystica

A. lobi caudati

A. segmenti anterioris

A. segmenti posterioris

Ramus sinister

A. lobi caudati

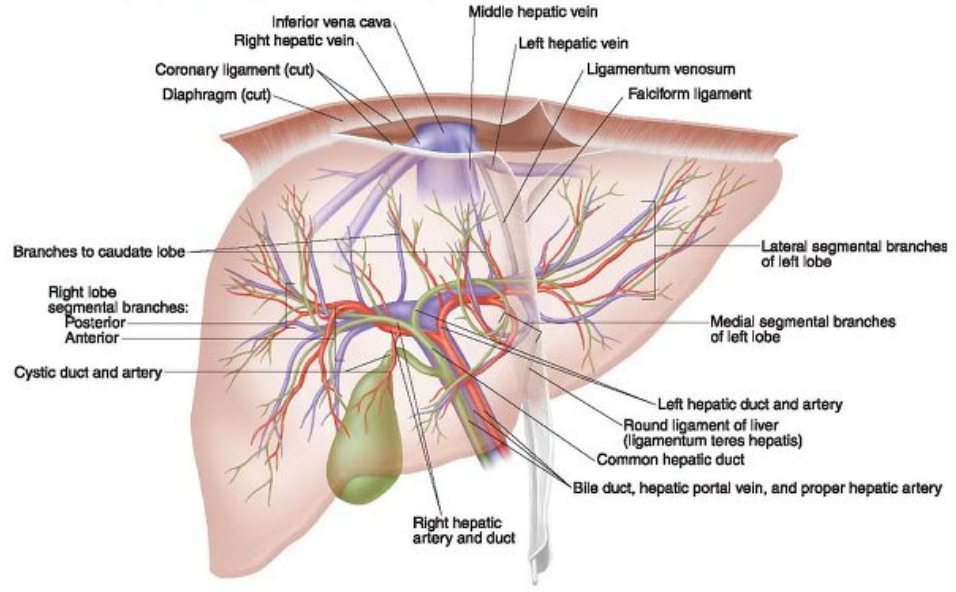
A. segmenti medialis

A. segmenti lateralis

Ramus intermedius

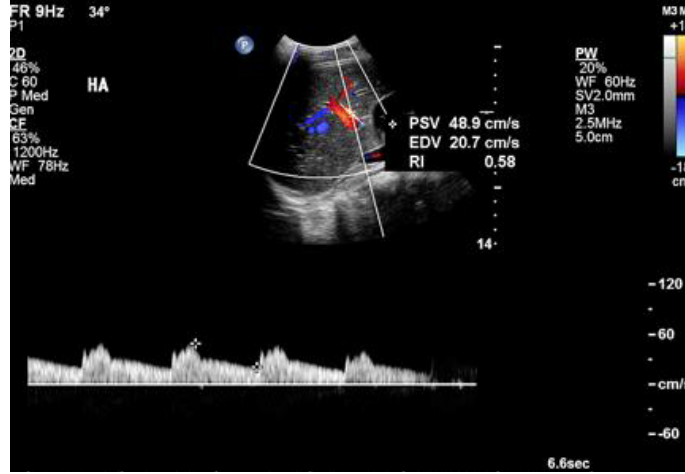
A.hepatika propriadan karaciğere giden dallar, karaciğer lobülleri arasındaki köşelerde bulunan spatia interlobularia (Kiernan) aralıklarına kadar ilerleyerek interlobüler arterleri (a. interlobularis) meydana getirirler. Sonra karaciğer loblarını oluşturan epitelyum hücrelerinden (hepatositlerden) yapılmış kolonların arasını dolduran kapiller venlere (sinusoidlere) karışırlar (10) (Şekil2.4).

A. Portal vein, hepatic artery, and biliary duct system



Şekil 2.4 Portal ven, hepatik arter ve bilier sistem anatomisi. Lippincott Williams & Wilkins Atlas of Anatomy'den (5) alınmıştır.

Hepatik arter sistemi diyastol süresinde yüksek miktarda devamlı ileri akımın izlendiği düşük direnç karakterine sahiptir. Kronik karaciğer hastalığında ve portal hipertansiyonda hepatik arter akım direnci artar. Literatürde hepatik arterdeki rezistif indeksin (RI) ve pulsatilite indeksinin (PI) portal basınç ve hepatik venöz basınç gradienti ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar vardır (11). Ayrıca porta hepatiste ölçülen hepatik arter rezistif indeksinin (RI), parankimal hasardan etkilenmediği ortaya konmuştur (12,13). Bu nedenle porta hepatisteki hepatik arterden ölçüm yapılmaktadır(Şekil 2.5).

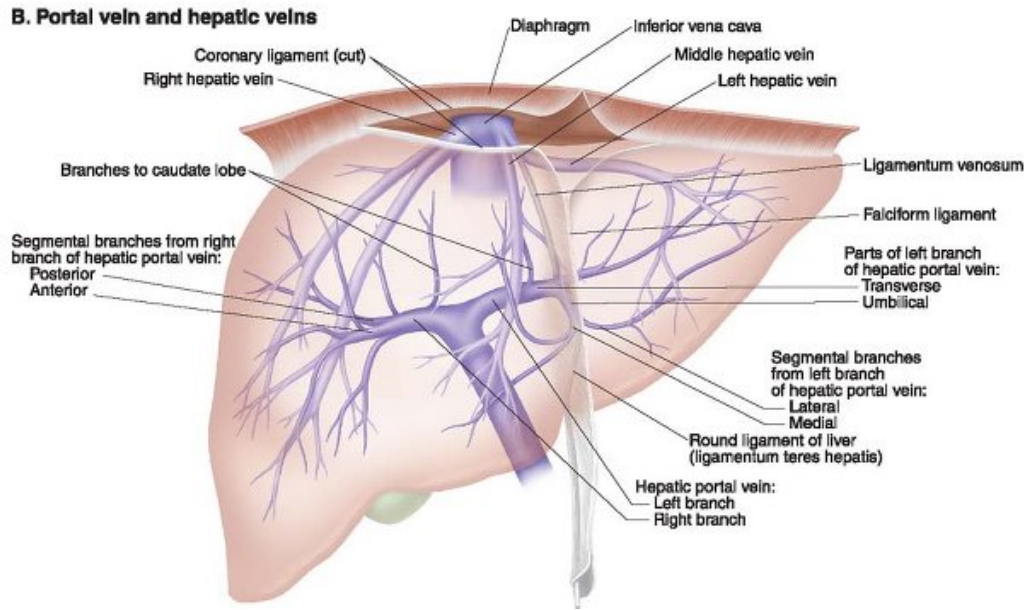


Şekil 2.5: Hepatik arterdeki normal akım paterni. Govind B'den (14) alınmıştır.

2.2.2.3. Hepatik Venöz Sistem: Karaciğer parankiminin perfüzyonu sinüzoidler aracılığı ile olur ve kan terminal hepatik venüllere geçer. Bu terminal dallar daha sonra birleşerek daha büyük venleri oluşturur. Üç büyük ven vardır: Sağ, orta ve sol hepatik venler (HV). Hepsi kanı düşük basınçlı hepatik sinüzoidlerden inferior vena kavaya (İVK) doğru götürürler.

Hepatik venler US de en iyi anterior, subkostal veya sağ interkostal yaklaşımla izlenebilirler (15). HV'ler ince duvarlı, İVK ya drene olan tübüler anekoik, iyi sınırlı olmayan duvarlı, karaciğer parankiminde uzanan anatomik yapılardır (16). HV'lerin kapakçıkları yoktur. Duvar ekojenitesi göstermemesi ile ekojen duvara sahip portal venlerden kolayca ayrılabilirler. Normal şartlar altında HV kan akımı pulsatildir. HV'lerdeki kan akım hızları sağ atrium basıncı ile ilgilidir. Ayrıca hepatik parankim yapısı, solunumla değişen intratorasik ve intraabdominal basınç ile ilgilidir (16,17)

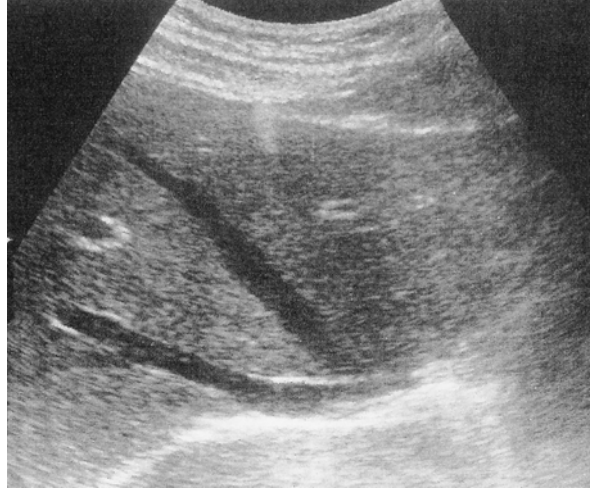
Hepatik venler klasik olarak superior ve inferior gruplara ayrılır. Inferior grup küçük ve değişken sayıda venlerden oluşmaktadır. Bunlar kaudat lobu ve sağ lobun posteromedial parçasını drene eder. Büyük olan superior bölümü karaciğer loblarının arasında uzanır ve karaciğerin segmental anotomisi konusunda iyi birer yol gösterici olarak kullanılmaktadır (18) (Şekil 2.6)).



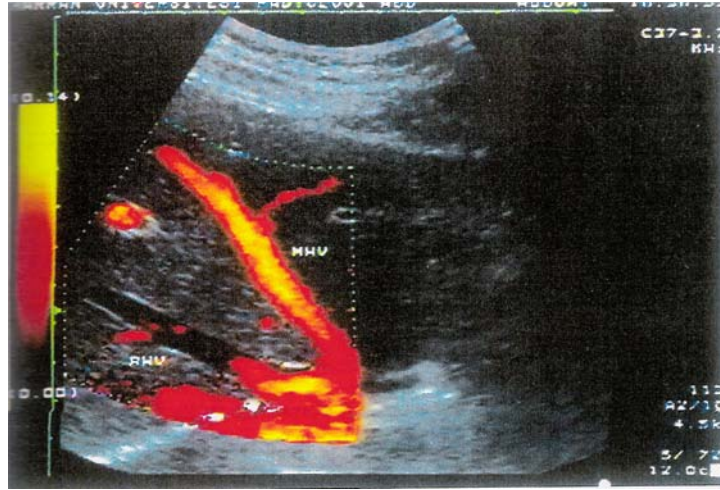
Şekil 2.6: Karaciğer içerisinde hepatik venlerin ve portal venin dağılımı
Lippincott Williams & Wilkins Atlas of Anatomy'den (5) alınmıştır.

Orta, sağ ve sol olmak üzere üç tane süperior ven tariflenmiştir. Orta hepatik ven safra kesesi fossasından geçerek sağ ve sol lobu birbirinden ayırır. Sağ hepatik ven koronal planda sağ lob boyunca uzanır ve sağ lobu anterior ve posterior bölümlerine ayırır. Sol hepatik ven ligamentum teres çizgisi boyunca uzanır ve sol lobun lateral segmentini medial segmentinden (kuadrat lob) ayırır. Ayrıca aksesuar hepatik venler de tarif edilmiştir. Bu venler sağ ve sol lobların posterior parçalarını drene ederler. Bu konuda Cosgrove ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 101 sağlıklı birey incelenmiş ve bireylerin % 87 inde tipik olarak üç dominant damar paterni izlenmiştir (18). Geri kalan olgularda ise aksesuar hepatik venler dikkati çekmiştir. Bu konuda daha önce de yapılan çalışmalarda oran % 86 lar civarında bulunmuştur (15). Bu konuda en fazla varyasyon gösteren ven sağ hepatik ven olarak bulunmuştur. Ana hepatik venlerin yokluğu oldukça nadir bir durumdur. Özellikle sağ lobun süperior anterior segmentini drene eden ven olmak üzere aksesuar venlerin varlığı sıklıkla izlenir. Hepatik venlerin normal seyirlerini ve varyasyonlarını bilmek fokal karaciğer lezyonlarının pozisyonlarını tanımlamak açısından oldukça

önemlidir. Ayrıca cerrahlara açık biopsilerde ve karaciğer cerrahisinde yol gösterici olması bakımından yardımcı olmaktadır (18). (Şekil 7 a,b).



Şekil 2.7a



Şekil 2.7.b

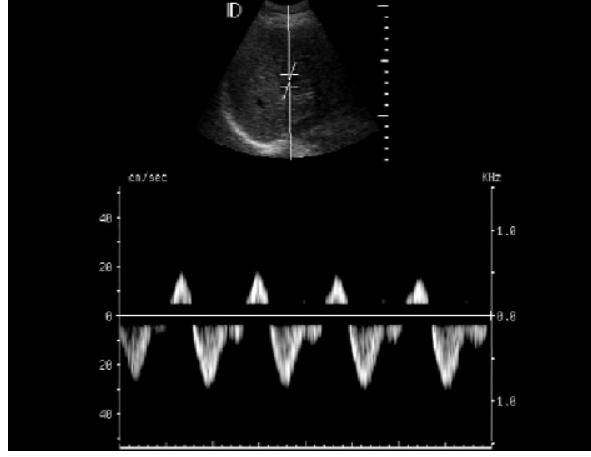
Şekil 2.6 a,b: Sağ ve orta hepatik venlerin B-mod ve Power Doppler US görüntüleri. Öztürk E'den (13) alınmıştır.

Normal hepatik venlerdeki Doppler akım paterni multifaziktir (iki büyük anterograde diastolik ve sistolik dalga ve atrium sistolüne bağlı küçük bir retrograde dalga). Sağ atrium sistolü hepatik ven reflüsü ile ilgilidir (a dalgası). Bunu triküspit kapanma, sağ atrium sistolü basınç düşüşü ve hepatik vende ileri akım izler. Geç ventriküler sistol sonrası, atrial basınç artar ve hepatik venlerdeki ileri akım azalır ve tersine döner (v dalgası) (19-21).

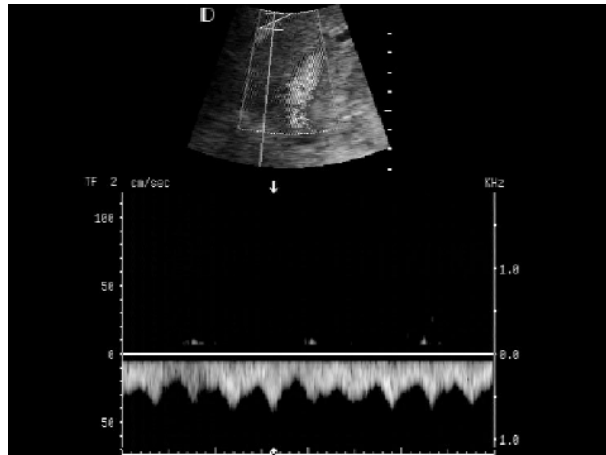
Triküspit kapak açıldığında, sağ atrial basınç düşer ve hepatik venlerdeki ileri akım tekrar yükselir. Solunumsal ondülasyon bu durumun üzerine eklenir. Bu ondülasyon sağ atriuma venöz dönüşünün aynasıdır ve intratorasik basıncın artıp azalmasını yansıtır.

Hepatik ven Doppler çalışmasında, atrial diastol ile akım kalbe doğru döner ve transdüserden uzaklaşır ve bazal çizginin altında akım izlenir. HV'lerdeki ileri akım bir an için durur ve bazal çizgiye ulaşmayan ileri bir akım oluşur ve trifazik akım paterni izlenir.

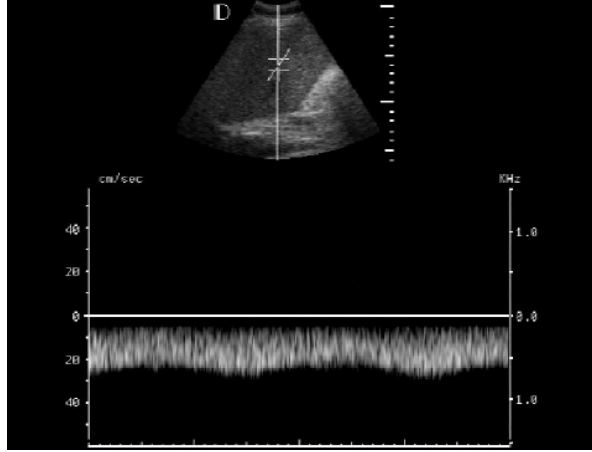
Bu konuda Bolondi ve arkadaşlarının yaptığı klasifikasyona göre HV'de üç tip akım formu izlenmektedir (13,23,24) . (Şekil 8a/b/c);



Şekil 2.8.a: Hepatik vendeki trifazik akım paterni . Farrant P ve ark'dan (23) alınmıştır.



Şekil 2.8.b: bifazik akım paterni. Farrant P ve ark'dan (23) alınmıştır.



Şekil 2.8.c: monofazik akım paterni. Farrant P ve ark'dan (23) alınmıştır.

Hepatik venlerde normalde trifazik akım oluşur. HV'lerdeki kan akım hızları sağ atrium basıncı ile ilgilidir, ayrıca hepatic parankim yapısı, solunumla değişen intratorasik ve intraabdominal basınç ile ilgilidir (1,19). İntratorasik basınç artımı (Valsalva manevrası) sağ kalbe venöz dönüşü azaltacağından, hepatic ven pulsatilitesini azaltır (2). Ayrıca bu konuda bir açıklama şu şekilde olabilir; intratorasik basınç değişimi veya respiratuar manevralar ile inferior vena kavadaki hepatic ven orifislerinde değişimler bu olaya katkıda bulunmaktadır. Pulsatilite ekspiriyum ile artmakta, inspriyum ile azalmaktadır. Karaciğer sirozlu ve portal hipertansiyonu hastalarda pulsatil ifade kaybolmaktadır (2). Dolayısı ile derin inspriyumda hepatic ven akım trasesi bifazik hatta trifazik olarak izlenebilir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda hepatic ven akım trasesi değerlendirilirken hastalara derin inspriyum yaptırmaktan kaçınılmalı, orta derecede veya hafif inspriyum yeterli olmaktadır.

Karaciğer venöz sistemine tokluğun etkileri iyi bilinmektedir. Portal ven akımı tokluk ile artar, hepatic ven akımı ise azalır. Yemeklerden sonra yapılan US incelemede portal ven çapındaki artış gösterilebilir. Standart bir yemekten sonra (protein-lipitten zengin) yapılan Doppler US ölçümlerinde portal ven akımında % 30-125 arasındaki bir artış gösterilmiştir (24,25). Hepatic ven akımında ise azalma nedeni ile hastaların en az 8 saat aç kalmaları ve bu şekilde incelemeye alınmaları önerilmektedir.

Fiziksel egzersizin etkileri de yapılan çalışmalarda iyi tanımlanmıştır. Standart bir egzersizden sonra hepatic venlerdeki maksimum akım artmakta, portal

kan akımında ise azalmaktadır (24,26). Sonuç olarak standart bir hepatik venöz sistem incelemesi açlıkta, orta dereceli veya hafif inspriyumda ve dinlenmiş halde iken yapılmalıdır.

2.2. ULTRASONOGRAFİNİN TANIMI ve ULTRASESİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

2.2.1. Ultrasonun Tanımı

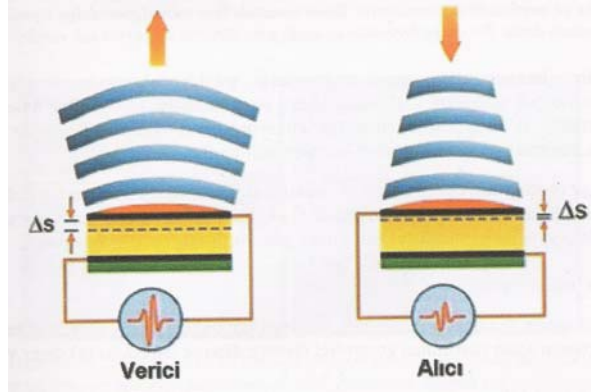
Bir ortam içinde oluşan mekanik titreşimlerin birim zaman (sn) içindeki tekrarlama sayısı 16-20.000 arasında olduğu zaman insan kulağı bu titreşimleri algılayabilir ve buna "SES" adı verilir. Titreşimlerin tekrarlama sayısı 20'den az olduğunda infrases, 20.000'den fazla olduğunda ultrases adını alır. İnfra ve ultrases insan kulağı tarafından duyulamaz. Doğada bazı canlıların kendi organlarını kullanarak ultrases ürettiklerini ve yine kendi organlarını kullanarak bu seslerin yankılarını dinleyip çeşitli fonksiyonlarını yerine getirdiklerini biliyoruz. İnsan ancak ürettiği cihazlar yardımı ile ultrases'ten kendi amacı doğrultusunda yararlanabilmektedir.

Birim zaman (sn) içindeki titreşim sayısına frekans denir ve bunu tarif eden fizikçinin adına itafen birimi Hertz olarak kabul edilmiştir . Kısaca Hz şeklinde gösterilir. Bunun 1000 katına kilohertz adı verilir ve KHz ile gösterilir. 1.000 .000 katına megahertz denir. Kısaca 'MHz' şeklinde ifade edilir. Doğada canlıların ürettiği seslerin frekansı 20-70 Khz arasındadır. Oysa tıpta tanısal alanda kullanılan ultrasesin frekansı rutin uygulamalarda 2-15 Mhz arasındadır.

2.2.2. Ultrasesin Elde Edilmesi

Doğada bazı yaras ve böcek türlerinin kendi organlarını, kullanarak elde ettikleri yüksek frekanslı sesi, insanlar ancak birtakım fizik olayları kullanarak ortaya

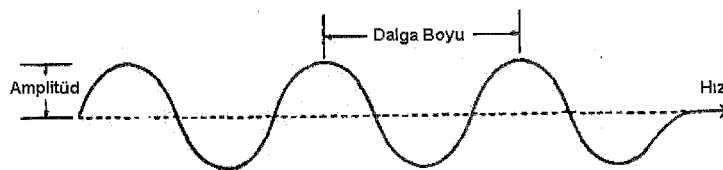
çıkabilir. Bunlar Mekanik, Piezo-Elektrik ve Magnetostriktif metodlardır. Piezo-elektrik yöntemle 500 MHz, magnetostriktif yöntemle 300 KHz'e kadar frekansa ultrases elde etmek mümkündür. Mekanik yöntem, özel olarak hazırlanmış membranların titreştirilmesidir. Günümüzde en çok yüksek frekanslı ses elde etmek için piezoelektrik olaydan yararlanılmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : Piezoelektrik olay. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

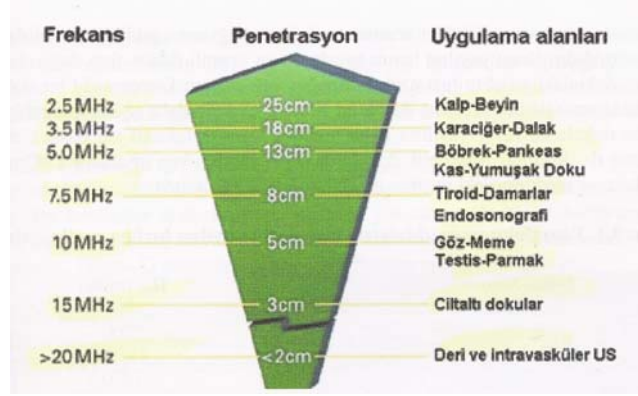
Piezoelektrik olay, 1880 tarihinde Pierre ve Jacques Curie tarafından keşfedilmiştir. Yunanca'da piezein basınç anlamına gelir. Piezoelektrik basınçla elektrik akımı arasındaki ilişkiyi anlatır. Bu fizik temelden yola çıkarak elektrik enerjisini mekanik titreşimlere, mekanik titreşimleri de elektrik sinyallerine dönüştürme metoduna piezo-elektrik olay denmektedir. Önceleri quartz gibi doğal maddelerin kristallerinden yararlanılırken, günümüzde yapay seramikler istenen frekansa ultrases enerjisini kullanımımıza sunmaktadır.

Bu amaçla üretilmiş seramik disklerle çevirici anlamına gelen transduser adı verilir. Transduserler kurşun zirkonat-titanat gibi seramiklerden imal edilmekte ve prob adı verilen bir başlıkta taşınmaktadır. Seramik disklerin kalınlığı, ürettikleri ses frekansı ile ters orantılıdır. Kalınlık azaldıkça frekans artar (Bu durum üretilebilecek maksimum frekansı sınırlar). Ultrasesin frekansı arttıkça dalga boyu kısalır. (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Ultrases. Oyar O'dan(27) alınmıştır.

Sesin frekansı daha sonra açıklanacağı şekilde, oluşturulacak görüntünün rezolüsyonu ile çok yakından ilişkilidir. Ancak unutulmaması gereken bir husus, sesin frekansı arttıkça dokuya nüfuz etme (penetrasyon) yeteneğinin azalmasıdır. Bunun yanında ses frekansı arttıkça ses demeti kolime olur (daralır) (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 : Ultrasesin doku içindeki absorpsiyonu. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

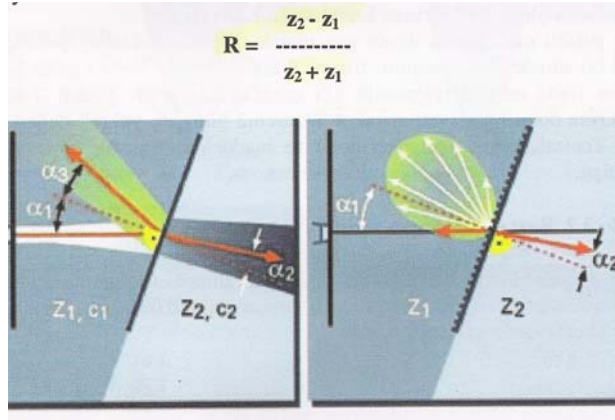
Dalga özelliği taşıyan her enerjide olduğu gibi, ses enerjisinin de bir frekansı (f) vardır. Bunun anlamı bir de dalga boyu'nun (λ) bulunduğuudur. Buna bağlı olarak bir de ortam içindeki yayılım hızından (v) bahsetmek gerekir. Bu üç özellik arasında,

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{şeklinde bir bağıntı vardır.}$$

Sesin ortam içindeki yayılım hızı, ortamın yoğunluğuna (d) ve elastisitesine (k) bağlıdır. Ortamın sesin yayılımına gösterdiği dirence Akustik impedans (z) denir ve şöyle,

$$z = d \cdot v \quad \text{eşitliği ile gösterilebilir.}$$

Ses dalgası akustik empedansı değişmeyen bir ortam içinde hareket ederken yoluna devam edecektir. Eğer içinde yayıldığı ortamın akustik empedansından farklı akustik empedanslı bir ortamın yüzeyi ile karşılaşarsa, bu ara kesit yüzeyine çarpış açısı dışında aşağıdaki formülle ifade edilecek şekilde yansır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Akustik empedans. Oyar (27) alınmıştır.

$R=0$ olduğunda ($z_2=z_1$) hiç yansıma olmaz. $R=1$ olduğunda z_2 , z_1 'den çok büyüktür. Tam yansıma olur. Hava ile doku arasında yaklaşık $R=1$ dir. Prob ile cilt yüzeyi arasındaki hava katmanını ortadan kaldırıp R 'i küçültmek için pratikte akustik jel kullanılmaktadır.

Elastisite hücre ve moleküller arasındaki ilişki ve bağlanma şekilleri ile belirlenen bir doku karakteristiğidir. Sesin yayılım hızını belirleyen en önemli faktör olup doku elastisitesi arttıkça sesin dokudaki yayılım hızı azalır. Örneğin yağ dokusu kompressibl bir doku olup yağlı dokularda sesin iletim hızı daha düşüktür. Katı ve sıvıların daha az kompressibl oluşları nedeniyle bu dokularda sesin yayılımı daha hızlıdır. Dansite faktörü ise başlıca dokunun atom numarası ile ilişkilidir. Biyolojik dokularda sesin yayılım hızı ortalama 1540 m/sn'dir.

Sesin şiddeti cm^2 başına düşen güç olarak tanımlanmaktadır. Şiddet, belirli bir alanda belirli bir sürede akan enerjidir. Birimi Watt/cm^2 /sn'dir. Watt 1 sn'de 1 joullük bir enerji akımını ifade eder. Diyagnostik US cihazlarında sesin şiddeti 1-40 miliWatt arasındadır. Oysa doku harabiyeti ancak 4 Watt/cm^2 gibi çok yüksek değerlerde ortaya çıkmaktadır. Tanısal önemi olan bazı doku ve maddelerin akustik impedansları Tablo 2.2'de verilmiştir.

Doku-Organ Madde	Akustik İmpedansı (kg/m ² /sn) (10 ⁻⁶)
Hava	0.0004
Alüminyum	17
Kan	1.61
Kemik	7.80
Yağ	1.38
Karaciğer	1.65
Kas	1.70
Polietilen	1.88
Yumuşak Dokular	1.63
Su	1.48
Beyin	1.58
Böbrek	1.62

Tablo 2.2: Bazı doku, organ ve maddelerin akustik impedansları. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

2.2.3. Sesin Şiddeti

Sesin şiddeti cm² başına düşen güç olarak tanımlanmaktadır. Şiddet, belirli bir alanda belirli bir sürede akan enerjidir. Birimi Watt/cm²/sn'dir. Diyagnostik US cihazlarında sesin şiddeti 1-40 miliWatt arasındadır.

2.2.4. Atenüasyon

Atenüasyon, ultrases demetininin doku içindeki ilerleyişi sırasındaki absorpsiyonuna bağlı zayıflamasıdır. Başlıca ses demetinin frekansı ile ilişkilidir. Atenüasyon sırasında ilgili dokularda ölçülemeyecek derecelerde çok az ısı artımı da gerçekleşmektedir.

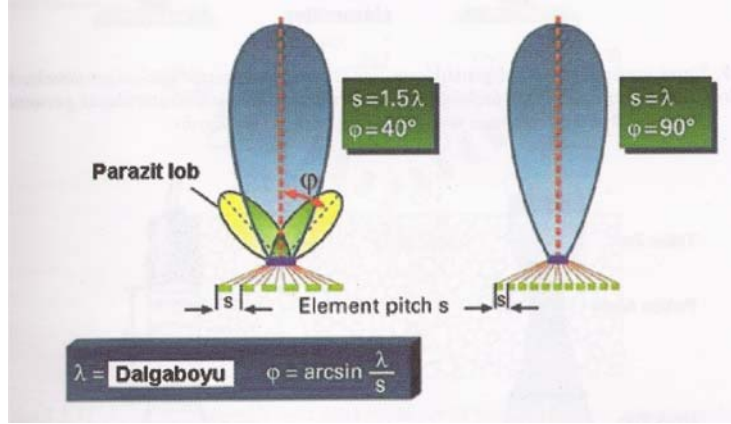
2.2.5. Ultrasesin Q Faktörü

Q faktörü, ultrasesin saflığı ve sesin devam ettiği sürenin uzunluğu ile ilgili bir özelliktir. Bu özellikler doğrultusunda ultrases yüksek ve düşük Q faktörüne sahiptir. Yüksek Q faktörüne sahip ultrases saf yani dar bir frekans bandındaki sestir. Vibrasyon süresi uzundur. Düşük Q faktörüne sahip sesin frekans spektrumu geniştir.

2.2.6. Ringdown

Ses dalgalarının başlaması ve vibrasyonların tam olarak kesilmesi arasındaki süredir. Yüksek Q faktörlü ultrasesin ringdown süresi de uzundur.

2.2.7. Sesin demet yapısı ve uzanımı (Şekil 2.13)



Şekil 2.13: Oyar O'dan (27) alınmıştır.

Kulağımız tarafından duyulan sesin dalga boyu cm'ler mertebesinde. Dalga boyu böyle uzun olan sesin, bir ortam içinde yayılımı kaynaktan bağımsız olarak küresel şekildedir. Frekans artırılıp dalga boyu küçültüldükçe ses dalgaları konik yayılma özelliği göstermeye başlar. Frekans daha da artırılırsa, yayılım, ses dalgaları kaynak yüzeyine dik demetler halini alır. Konik ve demetsel yayılımda demet içinde enerji dağılımı homojen değildir. Transduser'den çıkan ses hiçbir zaman bir ışık fotonu gibi doğrusal olmayıp, bir marul gibi dışı doğru açılan yapraklar şeklindedir. Orta kısımda daha homojen ve birbirine çok yakın, enerjisi daha yüksek bir görünüm vardır. Dışarı doğru ise birbirinden uzaklaşan ve homojeniteyi bozan bu yapı, görüntü oluştururken bazı zorlukları da beraberinde getirir.

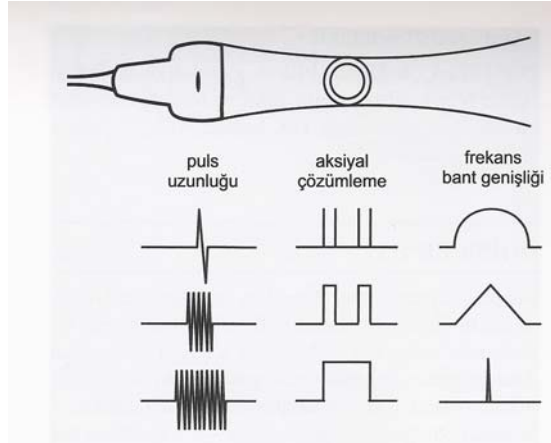
2.3. DOPPLER US

Doppler kayması, Johan Christian Doppler isimli Avusturyalı bir fizikçi tarafından 1842 yılında tanımlanan bir gözlemdir. Sabit frekanslı bir ses kaynağı yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans), uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans) olarak işitilir. Aynı olay kaynak sabit, dedektör hareketli olduğunda da gözlenir. Ses

frekansındaki harekete bağılı bu değişime Doppler kayması adı verilir. Kan akımının niteliğini değerlendirmede Doppler ultrasonografi yöntemi, bu fizik kurala dayanır.

2.3.1. TEMEL FİZİK

Doppler bilgisi hem sürekli salınan ses demeti hem de puls şeklinde üretilen ses ile elde edilebilir. Sesin puls şeklinde gönderilmesi ile görüntü elde edilir. Uyarılan transduser elemanlarının ürettikleri ses bir dalga boyu/frekans spektrumu şeklindedir (Şekil 2.14). Bu spektrumun genişliği üretilen pulsun boyutu ile ilişkilidir; puls kısaltıkça spektrum genişler. Pulsun kısalması görüntünün çözömlemesini artırır, uzaması sesin frekans bandını daraltır. Doppler ölçömleri dar frekans bandı ile daha hassas yapılır. Doppler incelemelerinde iyi bir aksiyal çözömlemeyle birlikte hassas Doppler ölçömlerine gereksinim duyulur. Bu nedenle, gri ölçek görüntüsü ve Doppler bilgileri aynı ses demetinden elde ediliyorsa bu iki parametre arasında bir denge gözetmek zorunludur.

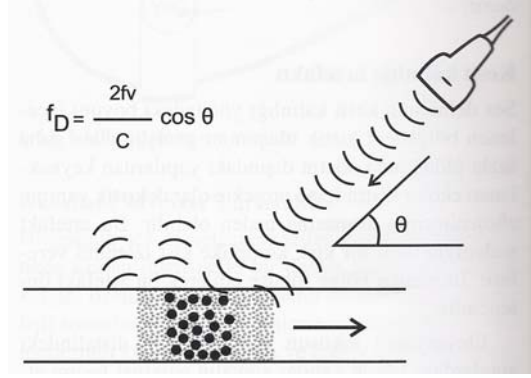


Şekil 2.14: Sesin puls uzunluğu, aksiyel çözömleme ve frekans bant genişliği arasındaki ilişki. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

Doppler US ile akım incelenirken eko kaynağı kanın şekilli elemanlarının (eritrositlerin) yüzeyidir. Gönderilen sesin dalga boyu eritrosit yüzeyinden çok büyük olduğu için temel olay saçılma değildir. Parankim görüntüsünün de nedeni olan bu tip saçılma "Rayleigh-Tyndall" saçılması olarak adlandırılır. Bu tür saçılmanın miktarı ses demetinin frekansının 4. kuvveti ile doğru orantılıdır. Akan eritrositlerden saçılan

ses üst üste binerek transdusere ulaşır. Bu nedenle Doppler US'de, gerekli penetrasyonu sağlamak şartıyla olabildiğince yüksek frekans seçilmelidir.

Doppler US ile kan akımı değerlendirilirken temel prensip damara belirli bir açıyla gönderilen ses demetinin frekansının, akımın yönüne ve hızına göre değişmesini saptamaktır. Gönderilen ses demetinin frekansındaki değişim Doppler eşitliği ile gösterilir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 : Doppler kayması. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

$$f_d = 2f_0 \cdot v \cdot \cos \theta / c$$

f_d : Doppler kayması

f_0 : transduserin frekansı

v : akımın hızı

$\cos$: kosinus ($\cos 0^\circ=1$, $30^\circ=0.87$, $45^\circ=0.707$, $60^\circ=0.5$, $90^\circ=0$)

θ : ses demetinin açısı

c : sesin dokudaki hızı (1540 m/sn)

Doppler eşitliğine göre; Doppler kayması transduserin frekansı, kan akımının hızı ve ses demetinin damar duvarı ile yaptığı açının kosinüsü ile doğru orantılıdır. Kosinüs değeri, açı daraldıkça artar.

Doppler eşitliğinde bilemediğimiz tek değişken kan akımının hızıdır (v). Diğer faktörler önceden belli olduğundan Doppler frekans kayması kan akım hızı ile doğru orantılıdır.

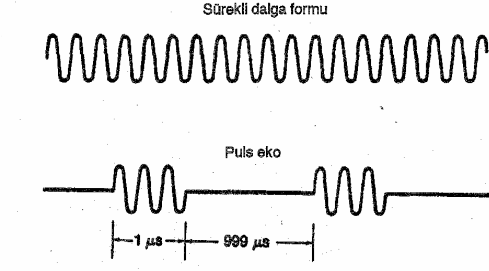
Hızı belirlemede kan damarı ile ses demeti arasındaki açı önemlidir. Açı ne kadar darsa Doppler kayması o kadar yüksektir. 90° 'lik bir açının kosinüsü sıfır olduğundan, ses demeti akım yönüne dik olduğunda Doppler kayması sıfırdır, yani saptanamaz. Bu nedenle açı arttıkça ölçümlerin hassasiyeti azalır. 60° 'den geniş açılarla yapılan incelemelerde hız ölçümlerindeki hatalar belirginleşir. Açının çok dar olması da sorundur. Damar duvarına 30 dereceden dar bir açıyla gelen sesin büyük bölümü yansır. Bu nedenle akım hızı ölçülürken Doppler açısı 30 - 60 derece arasında olmalıdır.

Doppler frekans kayması, eşitliğimizde görüldüğü gibi, transduser frekansı ile doğru orantılıdır. Bu iki değer arasında yaklaşık $1/1000$ oranında kaba bir ilişki vardır. Frekanstaki kayma pratikte genellikle 0.2 - 15 kHz arasındadır. Bu değer kulağın işitebileceği sınırlar içerisindedir. Gelen ekolardan çözümlenerek alınan bu frekans değişikliğinin zamana göre değişimleri ya ses olarak dinlenir, ya da bir grafik şeklinde yazdırılır (spektral Doppler). Akım bilgisi renkli Doppler yönteminde renklerle gösterilir (28).

2.3.2. DOPPLER ULTRASONOGRAFİNİN UYGULAMALARI

2.3.2.1. Continuous Wave(CW) Doppler:

Bu inceleme yönteminde prob birbirine küçük bir açı ile bakacak şekilde komşu yerleştirilmiş iki kristalden yapılmıştır. Bu kristallerden birisi sürekli olarak ses dalgası üretirken diğeri sürekli olarak dinleme yapar. Bu süreklilik neticesinde adı continuous wave olarak belirlenmiş ve kısaca CW olarak gösterilmektedir. Burada inceleme doğrultusunda bulunan tüm hareketli yansıtıcıların Doppler şifti toplam olarak belirlenir. Bu toplam cebirsel olduğundan (yani yöne bağlı olarak + veya -) toplamın sıfır olma olasılığı zayıf da olsa vardır. CW Doppler, frekans kaymalarına çok duyarlı olmasına rağmen, bu kaymaya sebep olan yapıyı lokalize edemez. Aynı ses demeti içinde aksi yönde hareketli farklı yankı kaynakları Df 'nin netliğini bozar. Bu türden yankı kaynaklarını ayırt edebilmek için iki ayrı elektronik devre kurmak gerekir. Bu devreye Quadrature phase detector adı verilir.(Şekil 2.16)



Şekil 2.16: Continuous Wave Doppler. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

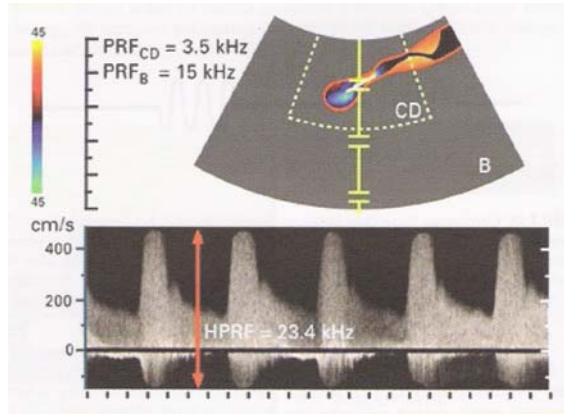
2.3.2.2. Puls Wave Doppler

Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için Pulswave Doppler (kısaca Puls Doppler) geliştirilmiştir (Şekil 7). Burada puls-eko yönteminde olduğu gibi hem verici hem de alıcı olarak çalışan bir transduser vardır. B-Mod görüntü üzerinde Doppler incelemesi yapılacak alan belirlenerek işaretlenir. Bu alana Örneklem Alanı denir. Bir ses patlaması yapıldıktan sonra cihazın bütün verici ve alıcı devreleri susturulur, ilgilenilen örneklem alanından yansıyan sesin transduser'e ulaşmasına kadar suskun kalan cihaz bu anda tekrar açılır ve sinyali aldıktan sonra tekrar kapanır. Bundan sonra işlemci geri dönen ses dalgasının Doppler kaymasını tesbit eder. Faz değişikliğinden hareketin yönünü, frekans değişikliğinden de hareketin hızını hesaplayarak istenilen şekilde (grafik, sayısal veya ses olarak, yada hepsi birlikte) gösterir.

Yankıda faz değişikliğini saptamak için cihazın bir internal referansa gereksinimi vardır. Bu referans master osilatör denilen bir devre tarafından sağlanır. Master osilatör transduser'e önceden belirlenmiş sayıda elektrik sinyalinin geçmesine izin veren bir elektronik pencereyi besler. Bu pencereye Gated transmitter denir. Transduserin sürekli aynı fazda beslenebilmesi için, elektronik pencereyi açıp kapayan Puls tekrar frekansının (Buna PRF denir) master osilatörün frekansı ile bölünebilir sayıda olması şarttır. Bütün bunlar için sistemin zaman sayacının kusursuz çalışması gerekir.

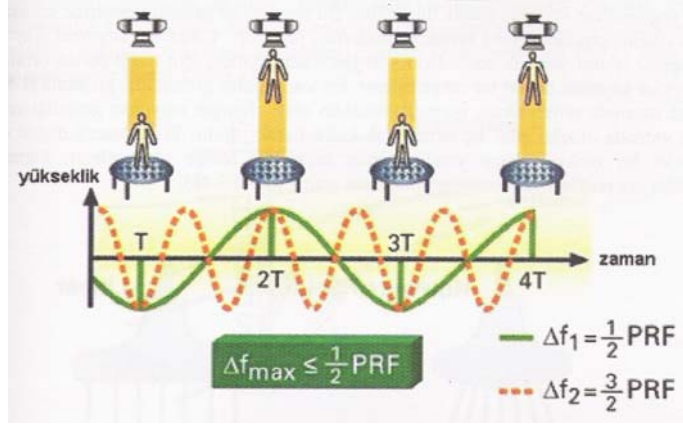
Doppler bulgularını M-Mod veya iki boyutlu real-time görüntülerle birleştirerek çalışmaya Dupleks görüntüleme denir.

Pulsed-doppler cihazlarında Doppler sinyali aslına uygun olarak monitörde analog bir şekilde gösterilebilir. Monitördeki bir grafiği çeşitli noktalarını belirleyerek de oluşturabiliriz. Dolayısıyla, cihazın sinyalin tümü üzerinde çalışmadan bazı noktalarını örnekleyerek sinyale ulaşması cihaza diğer işlemler için vakit kazandırır. Ancak, sinyalin örneklenme frekansının seçilen PRF'e eşit olması gerekir. Pratik uygulamalarda genel olarak mümkün olan en yüksek PRF kullanılır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17: Yüksek PRF kullanımı. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

Pulsed-doppler cihazında iki nedenden dolayı PRF'nin üst sınırı mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Birincisi, hastaya mümkün olduğunca az akustik enerji vermek için PRF Doppler sinyali elde edebilecek en düşük seviyede olmalıdır. ikincisi: ne kadar küçük olursa olsun her pulsun bir süresi vardır. Cihaz atılan pulsun geri dönmesini beklemek zorundadır. Aksi takdirde cevabı beklemeden yeni bir puls atımı yapılırsa gelen cevapların hangi pulsa ait olduğu karışır. Bu nedenle PRF, Doppler sinyalinin örnekleme frekansından en az iki defa büyük olmalıdır. PRF Doppler sinyalinin maksimum frekansının iki katından küçük olursa Aliasing artefaktı ortaya çıkar. İşte Doppler uygulamalarında sinyali örnekleyebilen ve PRF'in yarısına eşit mümkün olabilen en yüksek frekansa Nyquist Frekansı denir. (Şekil 2.18)



Şekil 2.18: Nyquist limiti ve alising. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

Puls-Doppler sistemlerinde maksimum hızın ölçülebilmesi teorik olarak mümkün iken, yukarıda belirtilen sınırlayıcı faktörler nedeniyle maksimum hızın ölçülebilme derinliği cihazdan cihaza değişir. Ya da her cihaz için belli bir derinlikte ölçülebilen maksimum hız sınırlıdır. Formülüze edersek:

$$V_m = \frac{c^2}{8f.D}$$

c: ses hızını, f: başlangıç frekansını, D: doku derinliğini göstermektedir.

Daha derindeki dokularda ölçülebilen maksimum hızı artırabilmek için cihazın Yüksek PRF modu denilen özelliğe sahip olması gerekir.

2.3.2.3. RENKLİ DOPPLER

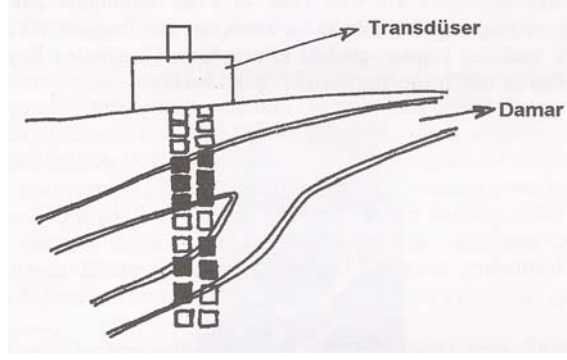
İnsan kulağı, tek kanallı spektrum analizörleri ve basit ses kayıt aygıtları ancak tek Doppler sinyalini değerlendirebilir. Sinyalin örneklenebilmesi ile kazanılan birden fazla örnek volümden aynı zamanda toplanan sinyallerin işleme konması, bu nedenle gereksiz olmaktadır. 1980'li yıllarda birden fazla sayıda örnek volümden elde edilen sinyalleri işleyebilen aygıtlar geliştirilmiştir.

Renkli Doppler Ultrasonografi'nin kliniğe kazandırılması, PW ve real-time B-Mod görüntüleme tekniklerinin yüksek nitelikli olarak bir arada elde edilmesi ve ileri bilgisayar desteği ile mümkün olmuştur. Burada, ses demeti içinde görüntü alanı çok küçük segmentlere ayrılmış olarak düşünülür. Bu segmentler gerçekte birbirine

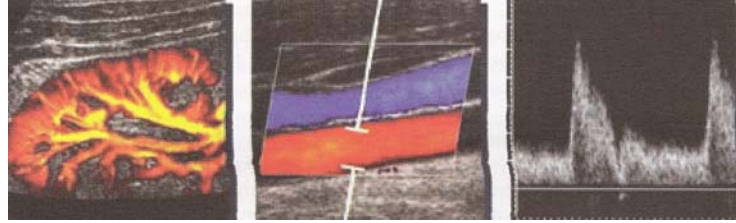
komşu ve ardışık olarak kapılandırılmış örnek volümlerden ibarettir. Cihaz her segment için ayrı bir Doppler işlemi yapmak zorundadır. Böylece her segment için tesbit edilen ortalama bir Doppler kayması değeri bir renge eşlenir. En son sunulan görüntüde, gri-skala B-Mod görüntü üzerinde renkli akımı görmek mümkün olur. Rengin meydana getirilişi renkli TV ve videoda olduğu gibi üç temel renk kullanılarak yapılır. Transduser'e doğru olan hareketler bir renkte karşı yönde olanlar başka bir renkte görüntülenir, karmaşık hareketler ara renkleri ve mozaikleri meydana getirir (27).

Renkli Akım Sinyalinin İşlenmesi

Renkli görüntüde her piksel için akım hızı belirlemek, özel sinyal işleme devreleri gerektirir. Bu devrelerin ilkel örnekleri, Doppler US'nin başlangıçlarında kullanılan spektral analiz devreleridir. Renkli Doppler sinyalini işlemek için devreler geliştirilirken, üretici firmalar çeşitli seçenekler üzerinde durmuştur. Bunlardan en çok kullanılanı korelasyon detektörleri diye adlandırılır. Her demet yönünde bir yerine birden fazla puls içeren, puls paketleri vücuda gönderilir. Dinleme döneminde hareketli ve sabit yansıtıcı yüzeylerden gelen bilgiler ayrı ayrı değerlendirilir. Detektör, her piksele ait Doppler sinyalini meydana getirirken bir pulsa ait fazı bir önceki ile karşılaştırır. Sinyallerde gürültü ve diğer değişimleri ortadan kaldırabilmek için bu işlemin çok sayıda tekrarlanması gerekir. İşte tek puls yerine puls paketi kullanmanın bir kolaylığı da burada kendini gösterir. Bir paketdeki puls sayısı çeşitli cihazlarda ve uygulamalarda değişiklik gösterir. Elektronik sektör ve lineer transduserler bu paket gereğini yerine getirebilirken, mekanik sektör problemleri bunu yapamaz. Dolayısıyla mekanik sektör problemleri renkli görüntü almak mümkün değildir. Renkli akım görüntüleyebilen cihazlar yukarıda anlatılanlardan anlaşılacağı gibi kısa sürede çok fazla işlem yapabilme yeteneğine sahip cihazlardır. Bunların çok hızlı çalışabilen Fourier Transformasyon (FFT) analizörleri bulunması şarttır (Şekil 2.19 a/b (27)).



Şekil 2.19a :Dokuya gönderilen ses demeti. Oyar O'dan (27) alınmıştır.



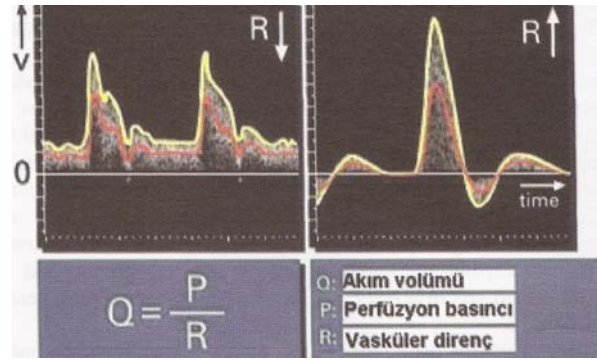
Şekil 2.19.b: Yansıtıcı yüzeylerdeki hareketin meydana getirdiği frekans değişikliği. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

Özellikle lineer problarda, inceleme alanına yaklaşan ve uzaklaşan alan örneklerini farklı renklerde görüntüleme dezavantajından kurtulmak için B-Mod ve Doppler görüntü sinyalleri birbirinden ayrılabilir. Bu durumda B-Mod ve Doppler görüntüleri farklı açılardan elde edilebilir. Böyle problara steerable prob denir ve periferik vasküler incelemelerde vazgeçilmez özellik oluşturur (27). Eritrositler yaklaşık 7 mikron ortalama çaplan ile Doppler sonografide kullanılan 5 MHz'lık 300 mikron dalga uzunluğundan çok daha küçüktürler. Tek bir sonografik dalga yaklaşık 105 eritrositi aynı anda sayabilmektedir. Kandaki eritrositlerin gelişigüzel dağıldığı ve kanın bu nedenle non-homojen bir yapıya sahip olduğu gözönüne alınırsa, sonografik inceleme esnasında düzensiz fazlı ve zayıf amplitüdlü çok fazla sayıda yankının transdusere ulaşacağı kaçınılmaz bir sonuçtur. İşte Doppler US'de, gönderilen ultrases dalgaları, vasküler yapılar içindeki eritrositlerin yüzeyinden Rayleigh-Tyndall saçılması adı verilen bu tür bir saçılma gösterir. Ortaya çıkan saçılma, ses frekansının 4. kuvvetten üssü ile doğru orantılıdır. Kanda ortaya çıkan

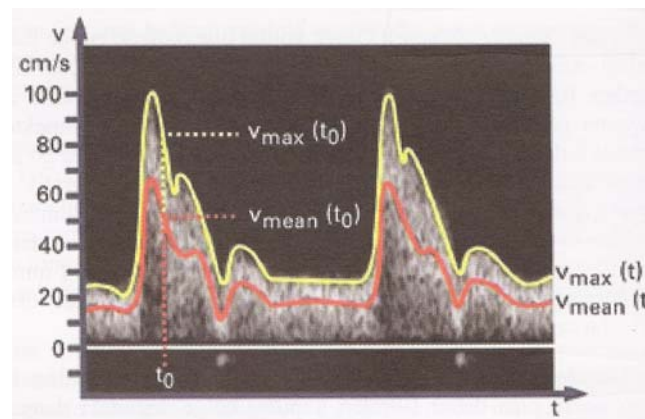
frekansa bağımlı saçılma ve dokuda oluşan atenuasyon gibi faktörler, Doppler incelemesinin yapılacağı damarın ciltten uzaklığı ile yakından ilişkilidir. Bu durumda da kullanılan transduserin frekans seçimi önem kazanmaktadır (27).

2.3.2.4. Doppler US'de Gösterim Yöntemleri

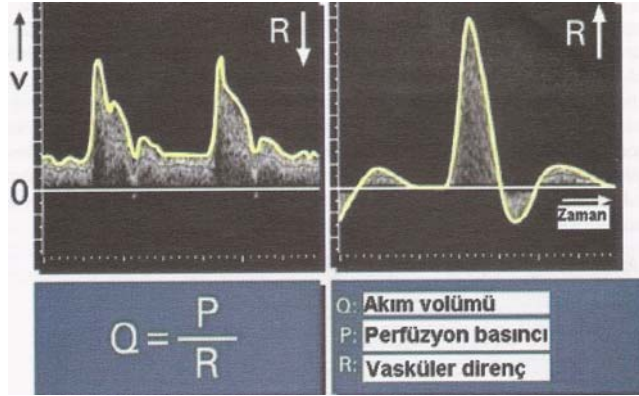
Konvansiyonel US'de görüntü elde edebilmek için puls-eko sistemi ve kısa pulslar kullanılmaktadır. Pulsun boyu kısaldıkça dalga boyu spektrumu yani frekans bandı genişlemekte, görüntü rezolüsyonu artmaktadır. Ancak Doppler US'de yapılacak ölçümlerin daha duyarlı olması için dar frekans bandı tercih edilmekte, bu da rezolüsyonda bazı kayıpları beraberinde getirmektedir (27) Şekil 2.18.a/b/c/d .



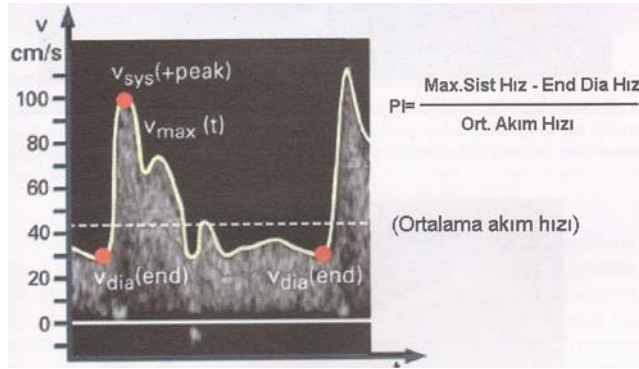
Şekil 2.20.a: Doppler şifinin spektral analizi. Oyar O'dan (27) alınmıştır.



Şekil 2.20.b: Düşük rezistanslı bir damardaki spektral analiz (27) alınmıştır.



Şekil 2.20.c : Normal ve yüksek rezistanslı iki vasküler yapının karşılaştırılması. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

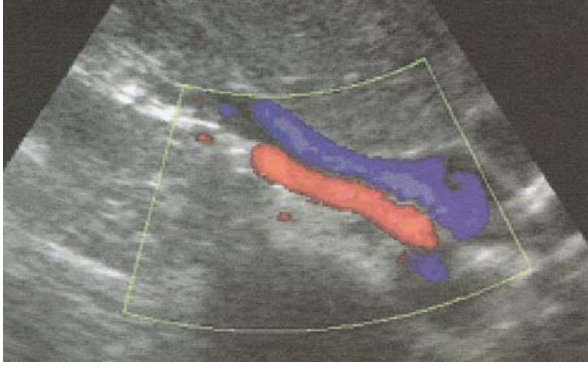


Şekil 2.20.d: Ortalama akım hızının hesaplanması. Oyar (27) alınmıştır.

2.3.2.5. Spektral Doppler (Duplex Doppler)

Puls-eko sisteminden faydalanılarak gerçekleştirilir. Spektral Doppler pratikte B-mode görüntüleme ile entegre edilerek kullanılmaktadır. Uygulamada ilk olarak B-mode görüntüleme ile Doppler analizi yapılacak bölge saptanır. Daha sonra range-gate adı verilen Örnekleme alanı, ilgili bölge üzerinde işaretlenerek bu alandan dönen ekolar B-mode görüntünün yanında hız/zaman veya frekans/zaman grafiği şeklinde izlenir (Bkz. Şekil 13-14-15-16). Elde edilen bilgiler kantitatif olup pratikte hız/zaman grafiği tercih edilmektedir. Frekansı hıza çevirmek için Doppler açısı bilinmelidir. Spektral Doppler uygulamalarında monitör üzerinde spektral analiz yanında inceleme alanının B-mode görüntüsü de bulunduğu kan damarlarının

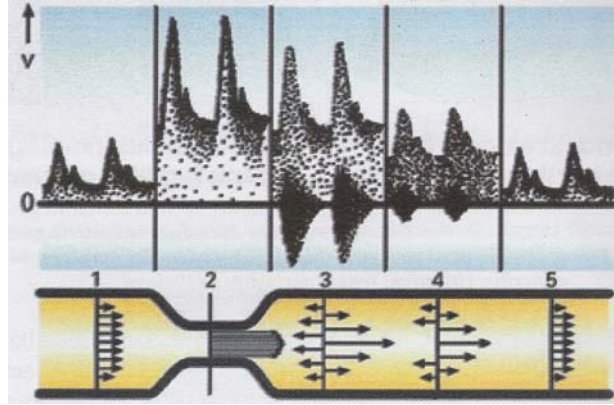
daralma, trombus, aterosklerotik-ülseröz plaklar, plak içinde kanama gibi patomorfolojik değişiklikleri de değerlendirilebilir. Ayrıca B-mode görüntülerle görülemeyecek kadar küçük damarlarda akımın ölçülebilmesi, vasküler daralmaların daha duyarlı olarak saptanabilmesi, şiddetli stenoz ile tıkanma arasındaki ayırıcı tanının yapılabilmesi gibi avantajlı yönleri de mevcuttur (Şekil 2.21(27).



Şekil 2.21: Renal arter düzeyinin renkli Doppler ile incelenmesi. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

2.3.2.6. Power Doppler

İlk kez 1994 yılında bildirilen bu tekniğe, “konvansiyonel anjiyografi” özelliklerine benzemesinden ötürü US anjio veya “renkli color anjio adları” da verilmektedir. Renkli Doppler US'de görüntüyü oluşturan temel prensip Doppler şifti iken power Dopplerde Doppler sinyallerinin gücüdür. Power Dopplerde eko sinyallerinin gücü, örnekleme hacmi (sample volume), örnekleme hacmindeki eritrosit yoğunluğu ve inceleme alanıyla transduser arasında kalan dokuların atenüasyonuna bağlıdır. Kodlama genellikle tek bir renk kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Kırmızı). Sinyallerin gücü bu tek renkte parlak ve sönük tonlar şeklindedir. Yüksek amplitüdlü sinyaller, sarıya doğru açılırken düşük amplitüdlüler koyu kırmızı renktedir.(Şekil 2.22)



Şekil 2.22: Arterin kalibrasyonundaki değişikliğin spektral doppler görünümü. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

Power Doppler uygulaması öncesinde US cihazında, akım renk bilgilerinin daha iyi gösterilmesine yönelik renk-yazılım ayarlamaları en üst düzeye getirilir. Gain kontrolü, görüntü monitöründeki renk skalasının tümü, amplitüd/güç haritasının en düşük seviyesi ile uniform olarak dolacak şekilde açılır. Daha sonra transduser, inceleme alanına tatbik edilir. Bu arada yumuşak dokulardan oluşacak parlama (flash) artefaktlarını azaltmaya yönelik puls tekrarlama frekansı (PRF) mümkün olduğunca azaltılır ve sonrasında görüntülemeye başlanır.

Power Doppler, dupleks ve renkli Doppler uygulamalarından farklı olarak akım yönü ve hız bilgilerini taşımaz. Doppler açısına bağlı olmadığından aliasing ortadan kalkmış, gürültü azalmıştır. Ancak Doppler bilgileri daha uzun bir sürede toplandığından hareketlere karşı hassas bir uygulamadır. Power Doppler, özellikle stenotik ve regürjitan jetlerin daha iyi karakterize edilmesinde, plasental ve fetal organlardaki kan akımlarının değerlendirilmesinde, tümöral neovaskülarizasyona bağlı oluşan yavaş kan akımlarının görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Power Doppler ayrıca renal transplant olgularının izleminde, normal intrarenal damarlanma, perfüzyon ve kortikal akımların gösterilmesinde, akut pyelonefrit tanısında etkindir. Arteriosklerotik plakların belirlenmesi kas ve iskelet sisteminin inflamatuvar hastalıklarında, aktif Crohn ve torsiyone testis tanılarında da kullanılabilir.

Yapılan çalışmalar; vasküler yapıların kontur keskinliğinin ve özellikle küçük ve derin damarlarda akım devamlılığının tanımlanmasında power Dopplerin, renkli Dopplere üstünlük sağladığı yönündedir. Dahası power Doppler yöntemi US

ile doku perfüzyonunun saptanması açısından da umut verici bir ilerleme olmuştur (27).

2.3.2.7. Kan Damarlarındaki Hemodinami (Şekil 2.23)

Kan, basınç farklılığı ve direncin bir fonksiyonu olarak akış göstermektedir. Basınç farklılığı ile direnç, zıt etkileşime sahiptir. Bu fonksiyonda en önemli unsur dirençtir.



Şekil 2.23:Damar çapının arteriyel akım üzerine etkisi. Oyar O'dan (27) alınmıştır.

Direnç, akan elemanların viskozitesi, damarın uzunluğu ve damar çapının dördüncü dereceden üssü ile ilişkilidir. Burada çapın yarıya düşmesi direncin 16 kat artması demektir. Vücuttaki damarlarda genel olarak üç değişik akım formu görülmektedir:

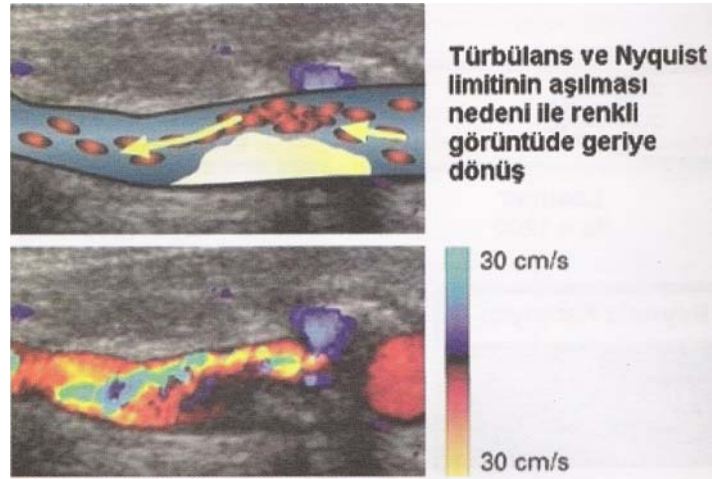
Plug Akım: Aorta ve büyük damarlar içinde görülen ve alanın damar kesitinin her tarafında hemen hemen eşit hızda aktığı şekildir. Spektral incelemede ince bant ve boş pencere ile karakterize edilir. Renkli Dopplerde ise damar içinde akan kan uniform renkte tonlanmaktadır.

Laminer Akım: 5 mm ve daha küçük çaplı damarlarda, santralde daha hızlı, perifere doğru, sürtünmeden dolayı giderek azalan hızda akımların yarattığı şekildir. Spektral incelemede bant daha kalın ve pencere açıktır. Renkli Doppler bakıda ise santralde daha açık, perifere doğru daha koyu tonda renklenmiş damar görünümü söz konusudur.

Türbülant Akım: Hız dağılımı çok geniş, hatta ters akımların olduğu, belirli bir üniformite göstermeyen akım formudur. Damarlarda akan kanın türbülant akıma dönüşüm ölçümü olarak Reynold sayısı (Re) adı verilen bir kriter kullanılmaktadır. Re sayısı akım hızı, damar çapı ve dansite ile doğru, viskozite ile ters orantılı olarak değişmektedir. Formülden bulunan değerler ana arterlerde 2000'i, orta genişlikteki arterlerde 1000'i ve küçük arterlerde 200'ü aştığında türbülant akımın varlığından söz edilir. Türbülant akım spektral analizde, bant genişliğinde belirgin genişleme ve pencerenin ortadan kalkması şeklinde karakterize edilir. Renkli Dopplerde ise incelenen damar içinde tüm renkler bir arada görülebilir (Şekil 2.24).

Doppler incelemelerinde arteriyal ve venöz sistemde farklı dalga formları gözlenmektedir:

Arteriyal Akım: Pulsatil dalga formundadır. Sistol başında dik bir çıkış, diyastolde ise daha az dik bir iniş yapar. Düşük dirençli sistemleri besleyen arterlerde (internal karotis, renal, hepatik arterler gibi) sistol çıkışı daha az diktir ve diyastol sonuna kadar devam eden alanı vardır. Yüksek dirençli arterlerde (üst ve alt ekstremitelerin distal kesim arterleri gibi) ise sistolik ve diyastolik eğriler daha diktir ve diyastol sonunda çok az akım vardır ya da hiç akım görülmez.

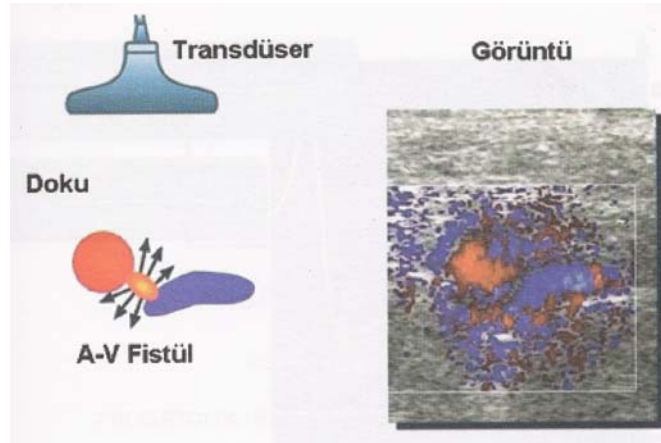


Şekil 2.24 :Türbülans ve Nyquist limitinin aşılması nedeniyle renkli görüntüde geriye dönüş . Oyar O'dan(27) alınmıştır.

Venöz Akım: Daha az pulsatildir. Ancak inferior ve superior vena kava, hepatik venlerdeki akım, kalp pulsasyonları nedeniyle daha pulsatil görülür. Akım,

venlerin büyük çoğunluğunda solunum fazı ile değişiklik gösterir. Portal ven akımı oldukça monotondur ve hepatopedal yöndedir.

Arteriyovenöz Fistül (AVF): Arteriyal ve venöz yapılar arasında normal dışı bir ilişki olup bu tür oluşumlarda diyastol sonu alanı yüksek hızlı olup sistol ve diyastolde alanı hızları artmıştır. Arterio-venöz bileşke yerinin distalinde yüksek hızlı pulsatil akım görülür (27) (Şekil 2.25).



Şekil 2.25: A-V fistüldeki akım şekli. Oyar (27) alınmıştır.

2.3.2.8. Dopplerde Akımların Değerlendirilmesi

Doppler US ile akım karakteristikleri incelenirken önemli olan nokta damardaki normal akım örneğinin iyi bilinmesidir. Akan kanda şekilli elemanların hızları farklı olduğu gibi akım yönleri de her zaman damar duvarına paralel değildir. Bunun nedenleri: a) sürtünme nedeniyle duvara yakın akımın daha yavaş olması, b) lümen düzensizliklerinin akım hızını bölgesel olarak değiştirmesi, c) türbülant akımın Doppler açılarının devamlı değişmesi, d) akımın devamlı değil pulsatil karakterde olmasıdır. Bu nedenle Doppler US ile vasküler hastalıklar incelenirken damarın değişik kesimlerdeki akımlar örneklenmelidir.

Doppler US ile elde edilen akım bilgileri niteliksel veya nicelikselidir. Akımdaki değişiklikleri göreceli olarak değerlendirmek amacıyla yapılan ölçümler ise yarı niceliksel akım bilgileri verir. Doppler US ile elde edilen niteliksel akım bilgileri akımın varlığı, yönü ve şeklidir. Akımın hızı ve hacmi ise niceliksel akım bilgileridir. Pik sistolik/diyastol sonu hız indeksi, Rezistans indeksi (RI) ve Pulsatilité indeksi (PI) de yarı niceliksel akım bilgileridir

Akım hızının saptanması Doppler US'nin ana işlevidir ve Doppler eşitliğinden kolay ve oldukça doğru bir şekilde hesaplanır. Doppler açısı 90° olduğunda kosinüs sıfır olacağından var olan akım saptanamaz, Renkli Doppler görüntülemenin önemli bir üstünlüğü, B-mode ile görüntülenemeyecek kadar küçük damarların parlamalar şeklinde yerlerini belirleyerek dupleks Dopplerle ölçüm yapılmasına olanak vermesidir. Akım hacmi ise, damarın bir kesitinden değişik hızlarda akan kanın tümünü temsil eder. Bu nedenle eğer biz lümendeki tüm farklı hızları ölçebilirsek akım hacmini formülüne göre hesaplayabiliriz: Akım (cm^3/sn) = Ortalama hız (cm/sn) x kesit yüzeyi (cm^2).

Kesit yüzeyi sistol ve diyastolde değişir. Bu yüzey her zaman dairesel şekilde değildir. Ortalama hız hesaplama yöntemlerindeki hata payları da yüksektir. Bu nedenle akımın hacim ölçümünün duyarlılığı düşüktür. Dolayısıyla Doppler US'deki akım hacim değerleri sadece sınırlı bir yaklaşımı ifade eder.

Yarı niceliksel Doppler US verileri akıma direncin değerlendirilmesi amacıyla yapılan hesaplamalardır. Ölçülen direnç, akıma karşı tüm etkenlerden kaynaklanan dirençlerin toplamıdır ve damarın Doppler spektrumundan hesaplanabilir. Vazokonstrüksiyonda artan direncin, vazodilatasyondan sonra azaldığı görülür. Ekstremitelerde egzersiz sonrası, splanknik damarlarda yemek sonrası direnç azalır. Transplante böbrekte vasküler rejeksiyonda ve intrauterin büyüme geriliğinde de direnç artar.

Direnç, akımı kendi içerisinde değerlendiren bazı endekslerle gösterilir. Bu endekslerin açısal düzeltmeye veya damar çapı ölçümlerine gerek göstermeden Doppler spektrumu üzerinden hesaplanabilmesi büyük kolaylıktır. Pratikte bu amaçla, rezistans indeksi ve pulsatilite indeksi kullanılır.

Bu indeksler oldukça kaba olmakla birlikte anormal akımın değerlendirilmesinde yararlıdır. Pik sistolik/diyastol sonu hız oranı obstetrikte umbilikal kord ve uteroplental akımın değerlendirilmesinde kullanılır. Rezistans indeksi, payda hiçbir zaman sıfır olmayacağından daha duyarlı kabul edilir ve özellikle renal transplantların incelenmesinde kullanılır. Pulsatilite indeksi ise ortalama hız dikkate alındığından daha duyarlı gibi görülür; ancak ortalama hızın elde ediliş yöntemi konusunda tartışmalar ve zorluklar olduğundan kullanımı yaygın değildir (28).

Akımların değerlendirilmesi başlıca kalitatif, kantitatif ya da yarı kantitatif ölçümlerle gerçekleştirilmektedir.

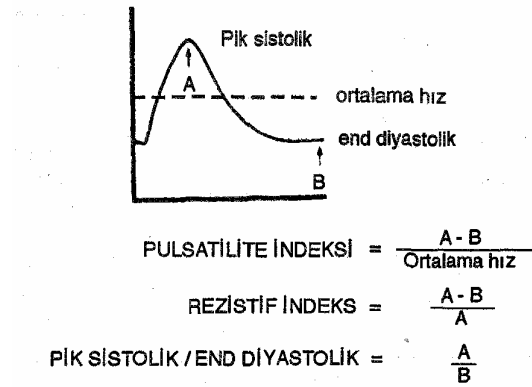
Kalitatif: Akımın var olup olmadığı, akım yönü ve alanın karakteristiğinin değerlendirildiği şekildir.

Kantitatif: Bu tür uygulamada alanı hızı ve volümü ölçümlenebilir. Akım volümü (ml/dak), ortalama hız (cm/sn) ve damarın kesit yüzeyi (cm²)'nin çarpımı şeklinde formülize edilmektedir.

Yarı Kantitatif: Yarı kantitatif ölçümler rezistif indeks, pulsatilite indeksi ve pik sistolik hız/ diyastol sonu hız indeksini kapsamakta; impedansın (akıma karşı tüm etkenlerden kaynaklanan dirençlerin toplamı) değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Burada;

Rezistif indeks = pik sistolik hız — diyastol sonu hız / pik sistolik hız,

Pulsatilite indeksi = Pik sistolik hız - diyastol sonu hız / ortalama hız formülü ile ifade edilmektedir (Şekil 2.26) (28).



Şekil 2.26: Akımın yarı kantitatif olarak değerlendirilmesinde kullanılan indeks ölçümleri. Oyar O'dan (28) alınmıştır.

2.3.2.9. Doppler US'nin Endikasyonları ve Kullanım Alanları

1-Arteriyal perfüzyonun değerlendirilmesi: Transplante böbrekte rejeksiyonun değerlendirilmesi, testis torsiyonunun ortaya çıkarılması Doppler'in

arteriyal perfüzyonu değerlendirme özelliğinden faydalanılarak gerçekleştirilmektedir.

2-Venöz trombus araştırılması: Venöz yapılarda, damar içinde normal olarak görülmesi gereken akımın yerine renk kodlanması göstermeyen hipoekojenik-ekojenik yapıların varlığı trombüsü akla getirmektedir.

3-Akım yönünün saptanması: Normal olarak akım yönleri bilinen ve renk kodlaması ya da spektral analizle grafik şeklinde tanımlanan damarlarda tersine alanın varlığı kolaylıkla tespit edilebilir. Bunun en başarılı bir şekilde uygulandığı alan subklaviyan steal sendromudur. Subklaviyan steal sendromunda, ana çıkışında tam olarak tıkanmış subklaviyan arter, vertebral arterin beyinden kan çalması ile ters yönde kanlanır. Bu durumda vertebral arterde normal olarak görülmesi gereken beyne doğru olan kan akımı , tam tersine olarak dönmüş olarak izlenecektir.

4-Spektral Doppler analizleri ile akım hızı ve şeklinde değişiklik oluşturan patolojilerin saptanması.

5-Doku karakterizasyonunun yapılması: Malign tümöral olaylarda, infeksiyöz proseslerde patolojik kanlanmayı tespit etmek mümkündür.

6-Akım volümünün ölçülmesi: Böbrek ve mezenter arterlerinde akım ölçümleri ile iskemi gibi patolojik olaylar belirlenebilir.

7-Tümör vaskülarizasyonunun (anjiogenezis veya neoanjiogenezis) ortaya konması çeşitli Doppler modlarında yapılan çalışmalarla mümkün olur.

8-Vasküler yataktaki direnç tesbit edilebilir. Böylece obstetrik ultrasonografide, intrauterin gelişim yetersizlikleri veya plasentar yetmezlikler tanınabilir.

2.3.2.10. İnceleme Parametreleri

Doppler US'deki inceleme parametreleri başlıca kan akımının hızını belirleyen frekans kayması ve transdusere dönen akımın yönünü belirleyen faz değişikliğidir. Faz değişikliğine göre kırmızı ya da mavi renk kodlaması gerçekleştirilirken ilgili renklerin koyu ya da açık tonda görülmesi frekans kaymasının derecesinin bir

sonucudur. Yavaş akımlar için yüksek, hızlı akımlar için ise düşük frekanslı transduserler kullanılmalıdır (27).

Geliş Açısı

Doppler eşitliğinde geliş (insonasyon) açısı, Doppler kaymasını etkileyen parametrelerden biri olarak belirtilmiştir. Ultrasonografik dalga incelenecek damara dik açı ile gelirse, formüldeki eşitlik gereği 90° 'nin kosinüsü ($\cos \Theta$) O olacağından teorik olarak Doppler shifti frekansı elde edilmeyecektir. Bu nedenle Doppler incelemelerinde kullanılacak en uygun insonasyon açısı değerleri $30-60^\circ$ arasında değişmektedir (27).

Frekans seçimi

Doppler kayması (F_d), transduserin frekansı ile doğru orantılıdır. Yüksek frekanslı transduserler akıma duyarlılığı artırır, fakat yüksek frekanslarda penetrasyon azalır; derin yapılar incelenemeyebilir ve PRF yetersizse "aliasing" ortaya çıkabilir. Frekans seçiminde bu noktalara dikkat edilmelidir (28).

Örnekleme boyutu ("gate")

Örnekleme alanının uygulayıcı tarafından ayarlanabilen bir hacmi vardır. Derinliği pulsun uzunluğuna (içindeki dalga sayısına), eni ise ses demetinin kalınlığına bağlıdır. Tipik bir Doppler pulsunun 5-20 arasında dalga bulunur. Örneğin 3.5 MHz'lik bir transduserden 5 dalgalık pulslar üretiliyorsa en küçük örnekleme hacminin derinliği 1 mm olabilir. Ses demetinin kalınlığı da odak noktasından 2 mm ise, en küçük örnekleme hacmi 1 mm derinliğinde 2 mm eninde elipsoid bir yapı olacaktır.

Dupleks Dopplerde örnekleme hacmi damarın görüntüsü üzerinde işaretlenir. Alınan Doppler sinyalinin yoğunluğu bu hacim içindeki saçıcı yüzeylerin sayısı ile orantılıdır. Örnekleme hacminin boyutu arttıkça hız spektrumu genişler. Pik

hızlarının ölçümü akım konusunda daha değerli bilgiler verdiğinden, damar merkezine yerleştirilmiş dar örnekleme hacmiyle çalışmak genellikle tercih edilir. Renkli Doppler görüntülemeye yan yana birçok örnekleme hacminden alınan akım bilgilerinin renkli ölçek ile görüntülenmesi söz konusudur (28).

Duvar filtreleri

Damar duvarı belirgin bir yansıtıcı yüzeydir. Pulsasyonların bu yüzeyleri yavaş hareket ettirmesi sonucu yüksek amplitüdlü, düşük frekanslı Doppler kayması ortaya çıkar. Doppler aygıtı sinyallerin nereden geldiğini (respiratuar veya kardiyak, damar duvarı, akan kan) ayırt edemez. Bu sinyaller yüksek amplitüdlü ve düşük frekansları ile kolayca tanınırlar. Damar duvarından kaynaklananlarına, sürekli dalga Dopplerdeki ses karakteristiği nedeniyle "wall thump" etkisi adı verilir.

Damar duvarından kaynaklanan bu istenmeyen etkiyi ortadan kaldırmak için, Doppler aygıtlarında duvar filtresi adı verilen devreler vardır. Yüksek frekansları geçiren düşük frekansları zayıflatan bu filtrelerle "wall thump" etkisi büyük oranda azaltılır. Genel olarak filtreleme ile 50-1600 Hz aralığındaki frekanslar tutulur. Filtre seçimi, kandan gelen Doppler bilgilerinin kaybına yol açmayacak şekilde yapılmalıdır. Kardiyak amaçlı kullanımlar dışında yüksek değerler gerekmez. Abdominal uygulamalarda 50-100 Hz'lik filtreler yeterlidir.

Çerçeve hızı ("frame rate")

Bir görüntünün oluşturulma hızıdır. Birimi, çerçeve sayısı/sn'dir. Renkli Dopplerde çalışılan alanın (Doppler penceresinin) büyümesi çerçeve hızını düşürür. İncelenen bölgenin daha çok çizgiyle taranması (daha yüksek geometrik çözümleme) ve daha uzun örnekleme süresi ("dwell time") kullanılması (yüksek Doppler doğruluğu) da çerçeve hızını düşüren etkenlerdir.

Çerçeve hızının seçimi incelemenin amacına göre yapılır. Kardiyak incelemelerde zamansal çözümleme (temporal çözümleme) önemlidir, dolayısıyla çerçeve hızı yüksek olmalıdır. Abdominal ve periferik vasküler uygulamalarda ise

akım karakteristiği önemli olduğundan, duyarlılığı artıran ölçütlerden vazgeçerek çerçeve hızını artırmanın bir anlamı yoktur.

Örnekleme hızı ("pulse repetition frequency"- PRF)

Birim zaman içerisinde gönderilen puls sayısıdır. Doppler bilgileri bu pulsalar örneklenir. Shannen örnekleme teorisine göre doğru bir ölçüm için örnekleme hızı, saptanacak Doppler kaymasının en az iki katı olmalıdır. Saptanabilecek Doppler kaymasının en yüksek frekansı PRF/2'dir. Bu değere Nyquist frekansı, bu sınırlamaya da Nyquist sınırlaması adı verilir. Nyquist frekansı şu formülle hesaplanır:

$$V_{\max} = c \cdot \text{PRF} / 4F_0 \cdot \cos\Theta$$

Formülde görüldüğü gibi sesin dokudaki hızı (c) sabit olduğundan, ölçülebilecek en yüksek Doppler frekansını arttırabilmek için PRF değerini ve inceleme açısını arttırmak ve düşük frekanslı transduserler kullanmak gerekir. Nyquist sınırlamasını aşan Doppler kayma hızlarının, ters yönde yavaş akım şeklinde görülmesine "aliasing" denir (28).

Aliasing olayı en iyi sinemadaki örneği ile açıklanır. Western filmlerinde haydutların kovaladığı posta arabalarının tekerleklerinin önce normal dönerken, araba hızlanınca tersine ve yavaş döndüğünü hepimiz fark etmişizdir. Bu olayın nedeni tekerleğin dönüş hızının, saniyede alınan film kare sayısının (çerçeve hızı) yarısından yüksek olmasıdır. Örneğin saniyede 24 kare alınan bir çekim sırasında tekerleklerin dönüşünün doğru şekilde görüntülenebilmesi için teker dönüş hızının saniyede 12'yi geçmemesi gerekir. Bu nedenle hareket eden bir arabanın tekerleklerinin dönüş yönü ve hızı, başlangıçta normal olarak izlenirken, araba hızlanıp teker dönüş hızı örnekleme hızının (saniyede alınan film kare sayısı) yarısını aştığında tekerlekler yavaş bir hızla tersine dönüyormuş gibi görülmeye başlar.

Doppler uygulamalarında Nyquist sınırlamasını aşan hızlar ters yönde düşük hızlı akımlar şeklinde görülür. Hız-zaman grafiğinde grafiğin tepeleri (yüksek hızlar) kesilerek çizginin altına geçer. Renkli Dopplerde karşı yöndeki düşük hızı temsil eden renk kodu ile gösterilir.

Genellikle eski aygıtlarda uygulayıcı tarafından değiştirilebilen PRF, modern makinelerde örnekleme hacim derinliklerine göre otomatik olarak ayarlanır.

2.3.2.11. HEMODİNAMİK

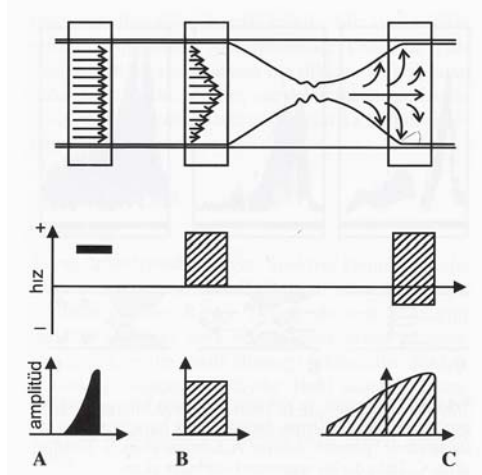
Doppler ile elde ettiğimiz verileri anlamak için kan basıncı, akım ve hız arasındaki ilişkiyi iyi bilmemiz gerekir. Kan plazma ve hücrelerden oluşan bir sıvıdır. Kanın viskozitesi hematokrit ile doğrudan ilişkilidir. Akım hızı düştüğünde de viskozite belirgin şekilde artar.

Akımı, damarın uçları arasındaki basınç farkı ve damar direnci belirler: $Akım = \text{basınç farkı} / \text{direnc}$. Akıma direnc ise damarın çapı, uzunluğu ve kanın viskozitesi ile ilişkilidir. Direnci belirleyen en önemli faktör damarın çapıdır ve damar çapının dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır. Yani çapın yarıya inmesi direnci 16 kat artırmaktadır. Çap yarıya indiğinde akım hızı iki kat artırılmalıdır.

Arteriyel akım

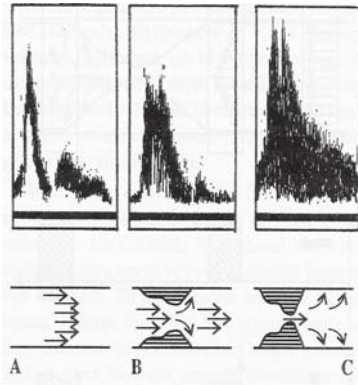
Akım karakteristiği arter ve venlerde farklı olduğu gibi her organ sistemine giden damarlarda da değişiktir. Grafik spektrumda ve renkli Doppler incelemelerinde farklı görünüm veren "plug", laminar ve türbülant olmak üzere başlıca üç tür arteriyel akım örneği vardır (Şekil 2.27).

"Plug" akım, aort ve büyük damarlar içerisindeki düzgün akım şeklidir. Tıpa veya tıkaç anlamına gelen İngilizce "plug" sözcüğü, akımın bir şişenin ağzındaki tıpa gibi lümeni eşit hızda doldurduğunu tanımlamak için kullanılır. Grafik spektrumunda "plug" akımı ince bant ve boş pencere ("spektral window") ile karakterizedir. Renkli Dopplerde ise damar lümenini dolduran renk, her tarafta aynı tondadır (28) .



Şekil 2.27: Arteriyel akım şekillerinin spektral analizi. A: plug akım, B: laminar akım, C: türbülant akım. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

Laminar akım, 5 mm ve daha küçük çaplı damarlarda görülen normal akım şeklidir. Bu tür akımda lümenin ortasındaki akım hızlı, duvara yakın perifer bölgelerdeki akım ise sürtünme etkisi nedeniyle yavaştır. Laminar akım grafiğinde bant genişliği "plug" akımdan biraz daha kalındır ve biraz küçülmekle birlikte açık bir pencere görülmeye devam eder. Bu düzgün grafik spektrum, düz seyreden, çap ve lümen düzensizliği göstermeyen normal damarlarda görülür. Spektrumun şekli çap ve lümen düzensizliğinde veya damarın dallandığı kesimlerde akımın türbülant olması nedeniyle değişir. Türbülant akım, hız dağılımının çok geniş olduğu ve hatta ters akımların bulunduğu akım şeklidir.



Şekil 2.28: Laminer ve türbülant akımlarda bant genişliği ve pencerenin durumu. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

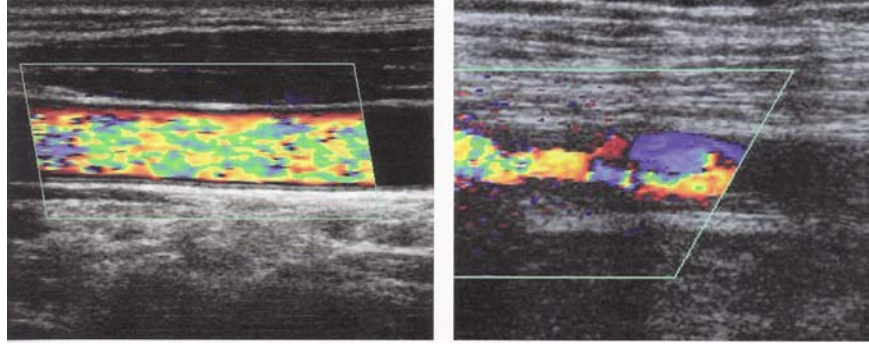
Normalde geniş bir yere giriş ve dar bir yerden çıkışlarda görülen bu akım, damarda kenar ve çap değişikliği oluşturan örneğin aterosklerotik plaklara bağlı daralmalarda karşımıza çıkar. Türbülant akımın grafik karakteristiği bandın belirgin şekilde genişlemesi ve dolayısıyla pencerenin ortadan kalkmasıdır (Şekil 2.26). Türbülant akım daha da belirginse, lümen içerisinde ileri-geri akımlar ortaya çıkar. Bu durumda grafikte pencerenin doluşundan başka bant kenarının düzensizliği artar ve bant, taban çizgisinin karşı tarafına taşar, Pencerenin dolması akım karmaşasının kaba bir işaretidir. Türbülans kısa bir mesafe sonra kaybolur. Bu nedenle bir damar değerlendirilirken, dar segmenti atlamamak için tüm uzunluğunca incelenmelidir. Renkli Dopplerde türbülans her iki rengin karışımı ile karakterizedir.

Türbülans, akımın hızına, kanın dansitesi ve viskozitesine, ve damarın çapına bağlıdır. Bu ölçütler arasındaki ilişki Reynolds sayısı (Re) ile açıklanır ($Re = \text{hız} \times \text{çap} \times \text{dansite} / \text{viskozite}$). Reynold sayısı normal akımın türbülant akıma dönüşünün sınırını belirler. Bu sayı büyük damarlarda 2000'i, arterlerde 1000'i, arteriyel dallarda 200'ü aştığında akımda türbülans ortaya çıkar.

2.3.2.12. Doppler US'de Görülen Artefaktlar

"Aliasing"

Yavaş örneklemeden doğar. Spektral Dopplerde sıfır çizgisinin ters tarafında düşük hızlı akım spektrumu şeklinde görülür. Renkli Dopplerde renk mozayığı (şiddetli aliasing) veya her iki yöne akımı gösteren renklerin karışımı (hafif aliasing) şeklindedir. Şiddetli aliasing saptamak kolaydır. Hafif aliasing tersine akımla karışır. Ayırım, tersine akımı çevreleyen siyah çizginin, aliasingde görülmemesiyle yapılır (Şekil 2.29) (28).



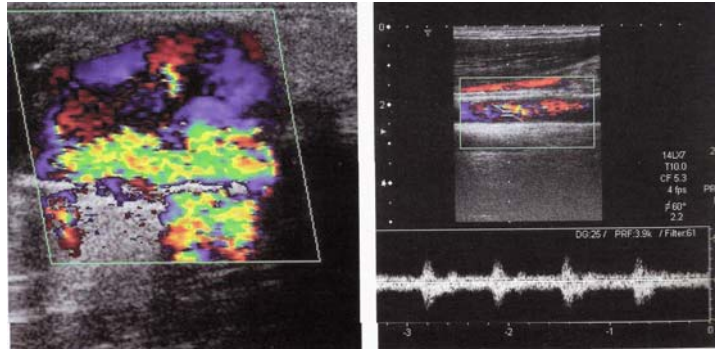
Şekil 2.29: Aliasing artefaktı. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

Spektral Dopplerde sıfır çizgisini aşağıya çekmekle aliasing düzeltilebilir. Pratikte aliasing'i önlemenin en kolay yolu PRF'i arttırmaktır. Derin incelemelerde PRF istenildiği kadar artırılamayacağından düşük frekanslı transduser seçmek ve/veya 0 açısını arttırmak aliasing'i önlemeye yardım eder.

Sürekli dalga Dopplerde örnekleme yapılamadığı için aliasing görülmez.

Uygulama açısına bağlı artefaktlar

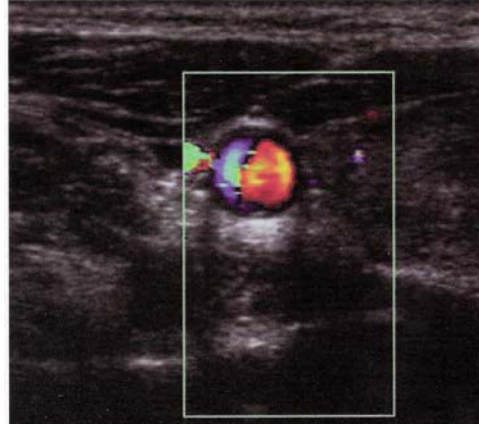
Ayna görüntüsü artefaktı, yüksek uygulama açılarında, özellikle düşük SNR'de, zayıf Doppler sinyallerini saptamak amacıyla kazanç (gain) artırıldığında gözlenir. Spektral Dopplerde sıfır çizgisinin her iki tarafında benzer hız eğrileri şeklinde görülür (Şekil 2.30) (28).



Şekil 2.30: Ayna hayali artefaktı. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

Renkli Doppler görüntülemelerde geniş uygulama açılarında damar duvarına paralel olmayan akımlar sorun yaratırlar. Bu akımlar yan yana komşu kırmızı ve mavi

bölgeler veya kırmızı mavi renk karmaşası şeklinde görüntülenir. Damar lümeni aynı anda her iki yöne birden akım varmışçasına kırmızı ve mavi bölgelere ayrılabilir. Bu tip bölünme daha çok helikal akımların var olduğu venöz bileşimlerin aksiyal kesitlerinde ortaya çıkar (Şekil 2.31). Portal ven, internal karotid arterin başlangıç kesimi ve dilate tortiöz damarlar bu tip artefaktının en sık görüldüğü damarlardır.



Şekil 2.31: Portal vende uygulama açısının genişliğine bağlı akım artefaktı. Tuncel E.'den (28) alınmıştır.

Sektör transduserlerde ses demeti ve cilt yüzeyi arasındaki açı merkezde yüksektir, uçlara doğru azalır. Cilt yüzeyine paralel seyreden bir damar, sektör proba incelendiğinde her iki uçtaki Doppler açıları birbirinin tam karşısı olduğundan akım, bir uçta mavi, diğer uçta kırmızı görülür .

Derinlik ikilemi

Eğer PRF gereğinden daha yüksekse derin dokulardan gelen sinyaller bir sonraki pulsun gönderilmesinden sonra transdusere ulaşırlar. Geç dönen bu sinyalleri ikinci pulsun ekosu imiş gibi algılayan sistem, sinyalleri çok daha yüzeysel konumda lokalize eder ve akımın olmadığı bir alanda akım görüntüsü ortaya çıkar.

Sıklıkla düşük frekanslı transduserlerde yüksek PRF ve yüksek Doppler kazançları kullanıldığında ortaya çıkar. Derinden gelen ekolar, zayıflama nedeniyle belirli bir eşik seviyesinin altında kaldığından derinlik ikilemi pratikte önemli bir sorun oluşturmaz.

B-mode benzeri ayna görüntüsü artefaktı

İki güçlü yansıtıcı arasında ses dalgasının yansması bu iki yapı arasındaki alanın distalde, özellikle trakea ve akciğer gibi ekosuz alanların üzerinde ayna görüntüsü şeklinde oluşmasına neden olur. Subklavian arter, karotis ve brakial arter çalışmalarında bu tip artefaktlar görülür.

"Color-overwrite" artefaktı

Akıma duyarlılığın artırıldığı şartlarda ortaya çıkar. Hastanın hareketi veya solunum hareketlerinin dokuda oluşturduğu frekans kayması, çok yavaş akımın frekans kaymasına yakın değerde olabilir. Aygıt bu göreceli küçük frekans kaymalarını ya gri ölçek ya da renkli olarak yazmak zorundadır. Yumuşak dokudan dönen ekoların amplitüdü akımdan dönenlerden çok yüksektir. Yüksek amplitüdlü ekolar gri ölçek ile kodlanır. Hipoeoik veya anekoik alanlardan gelen düşük amplitüdlü ekolar ise renkle kodlanır. Örneğin karotis artere komşu kistik bir kitle anevrizma imiş gibi renklenebilir.

Venöz sistem incelemelerinde sistem düşük hızlara ayarlanmış olduğundan transduserin küçük bir hareketi bile yumuşak dokularda renk karmaşasına neden olur ("color-out").

Harmonik Görüntüleme

Doku içerisinde yayılan ses demeti, yayılma devam ettikçe artan bir şekilde doku ile etkileşim göstermektedir. Başlangıçta görüntü işleyici bilgisayarlar bu etkileşim sonucu demette oluşan değişiklikleri tespit edemezken günümüzde artık bunları tespit ederek yeni ve daha net bilgiler verebilen görüntülere dönüştürmek mümkün olmaktadır.

Daha önceki bölümlerde doku elastisitesinin veya kompresibl oluşunun sesin yayılım hızına etki ettiğini belirtmiştik. Ses dalgası doku içinden geçerken dalga özelliğinin de etkisi ile dokuyu komprese ve ekspanse ederek yayılır. İşte komprese edildiği

durumda doku sesi daha hızlı iletirken, ekspansiyon olduğu durumda daha yavaş iletirken sesin yayılım şeklini lineer olmaktan (27).

2.3.2.13. AKUSTİK GÜÇ VE BİYOLOJİK ETKİ

Güç (power), enerjinin oluşum, soğurulma ya da akış hızıdır. Birimi watt (W)' dır ve 1 joule/sn olarak tanımlanır, intensité, birim alandan geçen enerji akımıdır ve birimi W/cm² veya mW/cm² dir. 100 mW/ cm² nin altındaki güçlerde hiçbir etki görülmez. Bununla birlikte iki indeks vardır:

Termal indeks (TI): Biyolojik dokuların absorbe ettiği enerji ısı artımına neden olur.

Diyagnostik incelemelerde bu değer 1°-2° santigrad olabilir. En çok yumuşak doku-kemik sınırındaki kemikte ısı artımı görülür.

Mekanikal indeks (MI): Ses dalgasının negatif kesiminin dokuda oluşturduğu kavitasyondur. H ve OH gibi serbest kökler oluşturarak DNA'yı etkileyebilir. Kısa pülsler daha etkindir. Diyagnostik amaçlı kullanım, yumuşak dokudaki MI seviyesinin (1 kW/cm²) çok altındadır (28).

2.4.2.4. VİRAL HEPATİTLER:

Viral hepatitler bir çok virus tarafından oluşturulan bir tablodur. Klinikte akut ve kronik diye tanımlanırlar. Akut viral hepatit etkenleri Hepatit A,B,C,D,E,G ve son zamanlarda TT ve bazı viruslar tarafından oluşturulur. Viral hepatit etkenleri Tablo 2.3 de özetlenmiştir.

Tablo 2.3: Etyoloji

Primer hepatotrop virüsler	Sekonder hepatotrop	Ekzotik Virüsler
HAV	EBV	Marburg
HBV	CMV	Lassa
HCV	HSV	Ebola
HDV	Coxsackie-B	
HEV	Coxsackie-A	
HGV?	Adenovirüsler	
TTV?	VZV	
	Kızamık Virüsü	

Primer hepatotrop viruslardan HBV, HCV ve HDV akut ve kronik tabloya neden olurlar.

Viral hepatitlerin kliniği beş şekilde izlenir.

- 1- Asemptomatik (belirtisiz) hepatit: Herhangi bir belirti vermeksizin, hastaların çoğunun geçirilmiş hepatite dair yakınmaları ve tablolarım hatırlayamadığı subklinik formdur.
- 2- Anikterik semptomatik hepatit: Belirgin sarılık oluşmaksızın, hepatitin diğer bulguları gelişir.
- 3- İkterik semptomatik hepatit: Genelde diğer tiplere göre daha belirgin prodrom dönemi belirtilerinin ardından hepatitin tüm belirti ve bulgularının yanısıra mukoza ve ciltte sararmayla giden tablonun olduğu klinik formdur.
- 4- Fulminan gidişli hepatit : Akut hepatitlerin seyri sırasında atipik olarak değerlendirilebilecek bir süreç olup; karaciğerde yoğun hücre nekrozu ve ağır işlev bozukluğuyla, hepatik ansefalopati ve komaya kadar götürebilen bir klinik gidişi tanımlar. Tüm hepatit virusları ile ortaya çıkabilecek bir tablo olan fulminan hepatitin görülme olasılığı, viral etkenin tipi, hastanın sosyoekonomik durumundan, bağışıklık sistemine kadar bir çok faktörden etkilenir.
- 5- Kolestatik gidişli akut hepatit: Klinik tablonun 18 haftaya kadar uzayabildiği, ön planda ateş, kaşıntı, yüksek bilirubin düzeyli sarılığın bulunduğu, iyileşmesi tam bir atipik formdur.

Akut viral hepatitler 6-12 aydan sonra iyileşirler. Kronik viral hepatit etkenlerinden HBV için HBs Ag pozitifliği, HCV için anti HCV pozitifliği kronikleşme belirteçleri olarak tanımlanır.

Kronik viral hepatit tanımlamasında hastanın karaciğer enzimlerinin 6 aydan daha fazla sürede normalden 1.5-2 misli yüksek olması, kanda viral yükün bulunması ve karaciğer biyopsisinde fibrozis skorunun >2 den fazla olması olarak tanımlanır. Kronik viral hepatitler inaktif ve kronik viral hepatit olarak tanımlanır.

Hepatit B virüsü alan bazı olgularda, yıllar sonra HBsAg negatif olmasına rağmen, karaciğer dokusunda bulunan virüsün, hücre nekrozuna devam ederek, yüksek ALT ve HBV-DNA pozitifliği ile tanımlanan occult hepatit olgularına neden olduğu bilinmektedir (29-32).

Bu çalışmada sadece HBV ve HCV olguları dikkate alınmıştır. Koinfeksiyon veya süperinfeksiyonu olan olgular, çalışma dışı bırakılmıştır. Aşağıda HBV ve HCV açısından kronik olguların tanı kriterleri tanımlanmaya çalışılmıştır.

2.4.1.HBV: Kronik HBV tanımlanmasında virusa ait antijen ve antikorlarının ELİSA tekniği ile bakılması en yaygın kullanılan tanı yöntemleri olup özellikle HBV-DNA düzeyinin PCR tetkiki kronik hastaların infektivitesinin tayininde etkili bir methoddur. HBV virusunun bazı belirteçleri aşağıda özetlenmiştir..

1. HBs Ag: HBV yüzey antijeni olan (HBsAg) HBV zarfının ana protein yapısıdır. Hepatit kliniği başlamadan 2-8 hafta önce kanda saptanabilmektedir. Akut hastalık boyunca varlığı devam etmekte, nekahetle ortadan kalkmaktadır. Bazı olgularda çok hızlı ortadan kaybolur. Akut HBV de anti-HBc İgM ile akut hastalık tablosu tanınabilir. HBsAg iyileşmeyle birlikte ortalama 3-4 ay içerisinde ortadan kaybolurken, kimi olgularda (%10) kanda kalmaya devam eder. HBsAg'nin taşındığı bu haller her zaman virüs replikasyonu sayılmaz ve diğer markerlerle birlikte değerlendirilmesi gerekecektir.

2. HBeAg , viryon korunun bir parçası olup, proteolitik ayırmda HBcAg'den elde edilir. Serumda çözülmüş bir antijen olarak bulunur. Organizmada canlı virüsün varlığını ve replikasyonunu gösterir. HBeAg varlığı ile Dane partikülü yüksek serum yoğunluğu, HBsAg ve HBV-DNA polimeraz arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Az bir olguda kısa bir süre Anti-HBe ile birlikte pozitif olarak bulunabilir. HBeAg'nin 3 aydan uzun süre pozitifliği kronikleşme eğilimini yansıtır ve HBeAg pozitifliği ile bulaş arasında ilişki olduğu bilinmektedir.

3. HBV-DNA , viral replikasyon işaretidir. HBeAg pozitif olan hastalarda HBV-DNA pozitifdir. Moleküler hibridizasyon ve PCR teknikleri ile saptanmaktadır. Serumda HBV-DNA'nın 8 haftadan daha uzun süre hibridizasyonla saptanması kronikleşme eğilimini , tersi durum iyileşmeye gidişi yansıtır. PCR, Dot hibridizasyondan 100-1000 kat daha duyarlı bir metod olmasına karşın yalancı pozitif ve negatif sonuç riskleri taşır. Mutant hastalarda anti HBe pozitifliğine karşın HBV-DNA pozitif olabilmektedir. HBcAg, nukleokapsidin ana bileşeni olup, infekte karaciğer dokusunda saptanabilir. Serumda gösterilemediğinden, hastalığın seyrinin izlenmesinde kullanılmaz.

4. Anti HBs, HBsAg'ye karşı oluşan antikorlardır. Koruyucu nötralizan özellik gösterirler. Hastalığın seyrinde genellikle HBsAg serumda kaybolduktan sonra görülürler. Aşılamadan 1-3 ay sonra serumda saptanırlar. HBsAg kayboluşu ile anti HBs'nin belirmesi arasında belli bir süre geçer (pencere dönemi). Bu devrede Anti HBc İgM bakılmazsa akut viral B hepatiti atlanır. Pratikte akut viral hepatit B tanısında en iyi gösterge birlikte HBsAg ve anti HBc İgM pozitifliğidir. Geçirilmiş infeksiyonda anti HBs ve anti HBc birlikte gözükürken, aşılama sonrasında tek başına antiHBs pozitifliği olacaktır.

5. Anti HBc, HBcAg'ye karşı oluşmuş antikordur. 2. sınıftan antikor cevabını içerir. İlk altı ayda baskın olan antiHBc İgM'dir ve semptomlardan kısa bir süre önce pozitifleşir. Daha önce belirtildiği gibi akut enfeksiyonun en önemli belirtecidir. Hastalığın akut evresinden sonra düzeyi azalır. Anti HBc İgG, infeksiyonda semptomlardan hemen önce saptanabilir. Kişinin HBV ile karşılaştığının en güvenilir göstergesidir. Ancak pozitif olduğunda akut bir hepatit B infeksiyonu mu, yoksa geçirilmiş bir infeksiyonun belirtisi mi olduğunun anlaşılmasında anti HBc İgM bakılmalıdır. Anti HBc İgG kalıcılığı uzun süre, belki yaşam boyu devam edecektir.

6. Anti HBe, HBeAg'ye karşı oluşmuş antikordur. Pozitifliği birkaç yıl sürebilir. Mutad olarak akut infeksiyon sonrasında HBeAg saptanamaz olunca gelişmekte olup taşıyıcılardaki varlığında infektivitesinin düşük olduğunu gösterir. Ancak anti HBe varlığına karşın; viral replikasyonun en kesin işareti sayılan HBV-DNA pozitif olguların yüksek olması virüsün nonreplikatif kanıtı olduğuna dair bilgiyi tartışılır hale getirmiştir.

İnaktif HBsAg taşıyıcıları olarak tanımlanan olgular:

1. HBsAg + > 6 ay
2. HBeAg -, anti-HBe +
3. Serum HBV DNA <10⁴ kopya/mL
4. Normal ALT/AST
5. HDV'nin negatif olması

Kronik HBV olguları HBe Ag pozitif veya negatif olanlar olarak ikiye ayrılabilir.

1-HBeAg pozitif Hastalar

HBs Ag pozitif ve ALT seviyesi normalin iki katını aşan hastalar spontan HBe Ag serokonversiyonu açısından altı ay izlenir. Bu süreden daha uzun süre HBe Ag ve ALT düzeyi yüksek hastalar HBV viral yük incelemesi (HBV-DNA $\geq 10^5$ kopya/mL) ve karaciğer biyopsisinde nekroinflamatuvar aktivitesi ≥ 4 ile kronik viral HBV olarak kabul edilir ve bu hastalar tedavi için değerlendirilir. ALT seviyesi normal ile iki kat arasında olan hastalar 40 yaş üzerinde ise biyopsi yapılmalı ve fibroz ≥ 1 olanlar tedavi edilmelidir. ALT seviyesi normal olan olgularda 3-6 ayda bir ALT kontrolü, 6-12 ayda bir HBeAg kontrolü yapılır. Bu olgularda HBV DNA düzeyinde artış ve biyopsi fibrozis skorunda (>2) artış olduğu zaman kronik HBV olarak kabul edilip tedaviye alınır.

2-HBeAg negatif Hastalar

HBeAg negatif, ALT düzeyi yüksek (normalden 1.5-2 misli), serumda HBV DNA seviyesi $\geq 10^4$ kopya/ml (2000 IU/ml) ve biyopside kronik hepatit bulguları olan olgular (HAI ≥ 4 ve/veya fibroz ≥ 2) kronik viral HBV olarak kabul edilir. Bazen ALT düzeyi normal olan ya da yüksek riski olan hastalar (ailesinde kronik HBV olan, immun süpressif tedavi alan veya immunkomprime olgular) kronik viral hepatit olarak kabul edilip tedaviye alınır.

2.4.2:HCV: Başlıca subklinik gidişle seyreden, yaklaşık % 90 oranında kronikleşme eğiliminde olan kronik viral hepatit etkenidir. HCV olgularının % 20-35'inde siroz ve ayrıca hepatoselüler karsinom gelişimi görülebilir. Sporadik olgularda klinik tablo daha belirginse de, HCV ile infekte hastaların % 35'i klinik bir hepatit atağı hatırlamamaktadır. Bu nedenle transfüzyon sonrası hastalar biyokimyasal yönden iyi

monitorize edilmelidir. Günümüzde tanısında yoğun olarak ELİSA ve RT-PCR yöntemleri kullanılmaktadır.

İnfeksiyondan ortalama 3 ay sonra özgül antikorlar (anti HCV) saptanabilmektedir. Anti HCV pozitifliği enfeksiyon tanısını koydurur. İyileşen az miktarda olguda 6 ay içerisinde anti HCV negatif leşmesi olmaktadır. PCR, HCV RNA taşıma riski olan hastalarda serokonversiyon öncesinde pozitifliği göstermesi, anti HCV pozitifliğinin doğrulanması, aktif infekte hastaların saptanması ve antiviral tedavinin izlenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Özellikle bozulmuş immün cevaplı hastalarda HCV enfeksiyonunun tek tanı yöntemi olabileceği de unutulmamalıdır.

HCV enfeksiyonun kronikleşmesi uzun bir süreç alabilir. İnaktif HCV olgularının tanımlanmasında:

1. Serumda anti HCV pozitif.
2. Karaciğer enzimlerinden ALT düzeyi devamlı normal olan olgular
3. Serumda HCV RNA düzeyi PCR ile negatif olması
4. Karaciğer biyopsisinde kronik inflamatuvar yanıtın olmaması ve fibrozis skorunun <2 den az olması

Hepatit C enfeksiyonunun tanısında kullanılan testler nelerdir?

Anti-HCV: Tarama testi olarak kullanılır. Anti-HCV testi için üçüncü veya dördüncü kuşak “Enzyme Immunoassay” (EIA) testleri kullanılmalıdır. Bu test, virus alındıktan sonra ilk 4-10 hafta süresince ve immün sistemi baskılanmış olanlarda negatif bulunabilir. Bu nedenle belli hasta populasyonlarında HCV enfeksiyonunu göstermek için HCV-RNA testinin çalışılması gerekebilir. Rutin olarak anti-HCV taranmasına gerek yoktur. Bu test tanımlanmış risk faktörü saptanan olgularda yapılmalıdır.

Kronik hepatit C enfeksiyonunda tedaviye alınma kriterleri nelerdir?

Tedavinin uygun olduğu grup

- 18 yaş ve üzeri
- Belirlenebilir düzeyde (50 IU/mL üzerinde) HCV-RNA’sı olanlar

• Karaciğer biyopsisinde fibrozis saptananlar veya nekroinflamasyon skoru Ishak sınıflamasına göre 4 veya üzerinde bulunanlar

- Karaciğer hastalığı kompanse olanlar
- Hematolojik ve biyokimyasal değerleri tedaviye uygun sahip hastalar
- Depresyon tanılı olanlardan hastalığı kontrol altında olanlar
- Tedavi uyumunun yeterli olacağı düşünülen hastalar

Tedavinin bireyselleştirilmesi önerilen durumlar

- 18 yaş altı
- Persiste eden normal ALT değerleri
- Önceki tedaviye yanıtız/ relaps gelişen olgular
- Alışkanlık bırakma programlarına istekli olan intravenöz ilaç ve alkol

bağımlıları

- Akut hepatit C (AHC) enfeksiyonu
- HIV ile koinfeksiyon
- Kronik renal hastalık
- Dekompanse siroz
- Karaciğer transplant alıcıları

HCV RNA Nükleik asit testleri: Tarama testleri ile anti-HCV pozitif bulunan hastalarda vireminin gösterilmesi gerekir. Bu amaçla HCV-RNA'nın serumda gösterilmesi esastır. HCV-RNA genellikle virus alındıktan sonra 1-2 hafta içinde saptanabilir. Kalitatif RNA testleri viremiyi göstermek için yeterli olmakla birlikte, tedavi planlanan hastalarda ve tedavi takibinde HCV-RNA kantitatif olarak belirlenmelidir. Kalitatif HCV-RNA testleri için alt sınır 50 IU/mL olmalıdır. Kantitatif testler için IU/mL birimi kullanılmalıdır. Bir hastanın takibi, olanaklar elverdiği ölçüde aynı test (marka ve yöntem) ile sürdürülmelidir. Anti-HCV pozitifliği saptanan kişilerde önce kantitatif testlerin bakılması, negatif bulunması durumunda kalitatif yöntemle de bakılması önerilir. HCV-RNA sonucunun polimeraz zincir reaksiyonu yöntemi ile negatif bulunması halinde, klinisyen gereksinim duyuyorsa test tekrarlanabilir. Viral genotip tayini: Hepatit C enfeksiyonunda tedavi süresini ve tedaviye yanıt olasılığını belirlemek için tedavi öncesi dönemde genotip tayini yapılmalıdır. Genotip tayini maliyet- etkindir.

Biyokimyasal testler: Tanıda biyokimyasal yöntemlerle karaciğer hasarının gösterilmesi önemlidir. Serum transaminazlarının yüksek olması genellikle inflamasyon ve fibrozis ile uyumlu olmakla birlikte, normal olması karaciğer hasarının olmadığını göstermez (1,33).

Karaciğer biyopsisi: Biyopsi karaciğer patolojilerinin diğer nedenlerinin dışlanması, nekroz ile inflamasyonun derecelendirilmesi ve fibrozisin evrelendirilmesi için gereklidir. Transaminaz düzeyleri dikkate alınmaksızın başlangıçta karaciğer biyopsisi yapılması tedaviye karar vermek için yol göstericidir.

Kronik HCV olgularında serumda anti HCV ve HCV RNA düzeyinin pozitif bulunması yeterlidir.

Bu çalışmada inaktif olgular ve tedaviye alınacak olan kronik viral hepatit olguları alınmıştır. İnaktif viral hepatit olgularının serumda viral yükü negatif, kronik viral hepatit olgularında serumda viral yükün yüksek bulunması kriteri dikkate alındı. Kronik viral hepatitlerde HBV DNA ve HCV RNA viral yük PCR ile kantitatif olarak ölçüldü.

2.5. HEPATİTLERDE RADYOLOJİK BULGULAR

Kronik hepatit B ve C virüs enfeksiyonu hepatositlerde hasar ile giden ve siroz veya hepatosellüler karsinom ile sonuçlanabilen bir hastalıktır. Hastalarda sirozun tanısı tıropatik ve prognostik öneme sahiptir (34). Günümüzde, perkütan biopsi spesmenlerinin patolojik incelemesi nekroinflamasyonun evrelendirilmesinde ve fibrozisin gösterilmesinde altın standart kabul edilmektedir. Bu prosedürler invazivdir ve hasta için rahatsız edicidir. Ultrasonografi noninvaziv ve ucuz bir metod olarak hepatik fokal lezyonların ve diffüz parankimal hastalıkların tanısında popülarite kazanmaktadır. Kronik hepatitlerde de son yıllarda yapılan çalışmalarda konvansiyonel US ile patolojik sonuçların karşılaştırılması ve skorlaması umut verici gibi görünmektedir. Karaciğer parankim yüzeyi, karaciğer parankim ekojenitesi, hepatik venlerin durumu, ve dalak boyutu bu değerlendirmede kullanılan kriterlerdir (34).

Kronik viral hepatit enfeksiyonunda karaciğerin US değerlendirmesinde; karaciğerde artmış ekojenite ve portal ven duvarlarında silinme izlenebilir. Bu

durumda karaciğer yağlı kabul edilir. Kabalaşmış bir eko yapısı ile birlikte toplu iğne başı paterni varsa fakat diyafram korunmuşsa, bu durumda karaciğer fibrotik olarak kabul edilir. Fibrotik yağlı karaciğerde ise iki patern beraber izlenmektedir. Hipoekoik karaciğerde ekojen portal triad varsa veya yağlı karaciğerde korunmuş portal triad izlenmekte ise karaciğer inflamatuvar olarak kabul edilmektedir (1,35). Tüm bu bulguların yanında karaciğerde irregüler kontür veya nodülerite mevcut ise karaciğer hastalığı ciddi fibrotik kabul edilmektedir.

Sonografik olarak hepatik inflamasyon, skorlanma ve yağlı inflamasyon kriterleri tanımlanmış olmasına rağmen, akut ve kronik karaciğer hastalıklı olgularda karaciğer hasarının derece ve tipini belirlemek oldukça zordur (35). Ayrıca çoğu zaman sonografik olarak yağlı, fibrotik yağlı ve fibrotik paternleri birbirinden ayırt etmek oldukça güçtür. Benzer şekilde birbirinin devamı şeklinde gelişen olayların ciddiyetini derecelendirmek güç olmaktadır. Sonografik olarak inflamasyon paternini belirlemek en zor olanıdır. Kutcher ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 56 kronik hepatit hastasında yapılan biopside inflamasyon tespit edilmesine karşın hiçbir olguda sonografik olarak inflamasyon tarif edilmemiştir (35). Benzer bir durum fibrozis için tarif edilmiştir. Fibrozis sıklıkla sürekli bir durumdur, fakat inflamasyon potansiyel reversible akut bir süreçtir ve geride hiçbir hasar bırakmayabilir. Yine bu çalışmada şu sonuca varılmıştır ki, kronik HCV enfeksiyonlu hastalarda karaciğer hastalığının mikroskobik özellikleri US ile saptanabilmesine rağmen, sonografik ve histolojik bulgular arasında tam bir korelasyon bulunmamıştır. Bu durum sonografik görüntülerin kronik HCV enfeksiyonunda karaciğer hasarının derecesini evrelemede ve gradelemede güvenilir olmadığını göstermektedir (3,13).

Konvansiyonel US kronik karaciğer hastalığında yalnızca kalitatif bilgi vermektedir. Eğer bu değişiklikler US bulgularının analizi ile değerlendirilebilseydi, kronik karaciğer hastalığını noninvaziv bir şekilde tanımlamak ve monitörize etmek mümkün olabilirdi (36). Çeşitli hastalıklarda hepatik venlerin morfolojik değişiklikleri izlenebilir. Sağlıklı bireylerde US incelemede hepatik venler kolaylıkla tanımlanabilir. Konvansiyonel US ile sağ kalp yetmezliğine sekonder hepatik venöz konjesyonda hepatik venlerdeki çap artımı ve Budd-Chiari sendromu gibi bazı ciddi hastalıklarda hepatik ven çapındaki azalması izlenebilir. Fakat bunlar tanıya yardımcı olan değerlendirmelerdir.

Dupleks Doppler sonografi hepatik parankimal hastalığı ve hepatik vasküler yapısını değerlendirmede önemli bir tanı metodudur (2). Birçok çalışmada, Doppler US incelemesi hepatik ven ve portal venlerdeki akım değişiklikleri ve portal ven içerisindeki trombüsün gösterilmesi gibi ile faydaları ortaya koymuştur.

Hepatik venlerde kardiyak siklustaki santral basınç değişimleri ile oluşan karakteristik trifazik Doppler spektrumu, anterograd sistolik ve diastolik dalga ile bunu takip eden kısa bir geri akımdan oluşmaktadır (2).

Normalde atrial sistol sırasında oluşan akımın geri dönüşüne bağlı olarak hepatik venlerde anterograd sistolik ve diastolik dalga ile bunu takip eden kısa bir geri akımdan trifazik akım paterni izlenir. Hepatik hastalıklar veya kitleler, obezite, asit yada intraabdominal basınç artışı gibi karaciğerin rijit olduğu durumlarda Doppler dalgasında (bifazik akım paterni) baskılanma oluşur veya normal pulsasyon tamamen kaybolur (monofazik akım paterni) (37).

Bu trifazik Doppler spektrumu triküspit regürjitasyonda ve kronik karaciğer hastalıklarında modifiye olabilir. Karaciğer parankim hastalıkları hepatik venlerin duvar kompliansı etkileyebilir ve akımı azaltıp, bifazik veya düz (flat) fazik osilasyonlar yaratabilir. Hepatik venlerdeki akım postprandial dönemde değişmez (38). Fiziksel aktiviteyi takiben maksimum hepatik ven akım hızı artar (24).

Hepatik venöz Doppler akım çalışmaları ile karaciğer parankim abnormalitelerini gösterebilme yeteneği birçok yazar tarafından tartışılmıştır. Bu konuda farklı görüşler mevcuttur; bazıları bunu değersiz saymışlar, bazıları siroz veya greft rejeksiyonunda oldukça sensitivite ve spesifisiteye sahip olduğunu söylemişlerdir (16). Doppler akımındaki değişiklikler (revers akımın olmadığı küçük osilasyonlar veya tamamen flat akımlar) sirozlu hastaların en az % 50 inde izlenir (16). Bu değişimler hastalığın ciddiyeti ile korele edilebilir (Şekil 10).

Oluşan venöz geri akım varlığında karaciğer kompliansı normal denilmektedir. Geçmişteki raporlarda farklı karaciğer hastalıklarında venöz pulsatilitenin düşeceği ve farklı formlar alacağı söylenmiştir (19, 22). HV'ler kolayca komprese olabilen, hepatomegalide ve ciddi hastalıklarda, örneğin karaciğer parankiminde fibrozis oluştuğunda ince, irregüler hal alabilen ve lümen çapları kolayca değişebilen vasküler yapılardır. Bolondi ve arkadaşlarının yaptığı 60 olguluk serilerinde karaciğer sirozu bulunan olgularda sonuçlara göre normal HV dalga

formundaki değişiklikler karaciğer hastalığının değerlendirilmesinde kullanışlı, noninvaziv bir yöntem olarak kabul edilmiştir (22). Bu çalışmada HV akım formundaki değişimin altında yatan mekanizma karaciğer fibrozis miktarı ile ilişkilidir ve bu durum progresif olarak fazik ossilasyonların kaybı ile sonuçlanır ve bu da doku kompliyansındaki azalma ile kendini gösterir.

Yapılan bir diğer çalışmada (16), 52 kronik hepatit C hastası incelenmiş ve HV Doppler US incelemenin fibrozis ve yağlanmayı gösterebilen faydalı bir metod olduğu vurgulanmıştır. Bu olgularda elde olunan verilere göre homojen bir grupta HV Doppler akımındaki düzleşme sirozun bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Karaciğer parankimindeki fibrozis ve steatoz bu değişimin nedeni olabilir. İnflamasyon ve nekroz ise HV akımına etki etmiyor görünmektedir (16). Bu iki çalışma arasındaki fark; Colli ve arkadaşlarının daha homojen bir grup kullanmalarından kaynaklanmaktadır. Her iki çalışmada da karaciğer venöz kanını sistemik dolaşıma taşıyan hepatik venleri çevreleyen yapılarca itilip, komprese olabilirler ve böylece bazı akım değişiklikleri oluşabilir sonucuna varılmıştır.

Arda ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (39), 30 kronik karaciğer parankim hastalıklı olgu incelenmiş ve kontrol grubunun tamamında HV Doppler US incelemede trifazik akım (tip 0) bulunmuş (%100), kronik karaciğer hastalıklı olguların % 73.3 ünde tip I ve tip II akım paterni izlenmiştir. Çalışmanın tanısal doğruluk oranı % 76.47 bulunmuştur. Bu bulgular 1991 yılında Bolondi ve arkadaşlarının ve 1994 yılında Colli ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile yaklaşık benzer olarak bulunmuştur. Bu durum altta yatan karaciğer parankiminde oluşan fibrozis ile ilişkili olarak yorumlanmıştır. Oluşan fibrozis doku kompliyansında azalma ile birlikte HV’de oluşan fazik ossilasyonların azalmasına neden olmakta, hepatik hücrelerde oluşan hipertrofi gerilmeye duyarlı olan karaciğer kapsülü nedeni ile HV’ler üzerine kompresyon oluşturmaktadır (4). Sonuç olarak bu çalışmada Doppler US bulgularının konvansiyonel US bulguları ve biyokimyasal analizler ile beraber değerlendirildiğinde kronik karaciğer hastalığının erken evrelerinde faydalı bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Bolondi ve arkadaşları portal ven çapının normal insanlarda 13 mm’nin altında, portal hipertansiyonu olanların %47,8’inde 13 mm veya üstünde olduğunu bildirmişlerdir (22). Sirotik olguların postmortem çalışmalarında, kollaterallerin

gelişmesi ile kan akımı kollateral damarlara doğru yönlendiğinden portal ven çapının normal ve hatta azalmış olabileceği ortaya konmuştur (13,40).

Farrant ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 48 hepatit C ve primer bilier sirozlu olgu ile 47 gönüllü kontrol grubunda hepatik ven pulsatilitesini değerlendirmişlerdir (22). Sol hepatik ven pulsatilitesi orta hepatik vene göre daha fazla, orta hepatik ven pulsatilitesi de sağa göre daha fazla bulunmuştur. O nedenle bu çalışmada eğer mümkün ise Doppler çalışmaları için sağ hepatik venin kullanılması önerilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada normal olgular ile karaciğer parankim hastalığı olan olgular arasında önemli bir farklılık bulunmuştur (22).

Mariyasu ve arkadaşları açlıkta portal ven (PV) akım hacminin (AH) 889 ± 284 ml/dk olduğunu belirtmişlerdir (41) .

Hepatik arterlerde normalde düşük dirençli dalga formu görülür. Kronik karaciğer hastalığında ve portal hipertansiyonda hepatik arter akım direnci artar. Literatürde hepatik arterdeki rezistif indeksin (RI) ve pulsatilite indeksinin (PI) portal basınç ve hepatik venöz basınç gradienti ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar vardır (42). Ayrıca porta hepatisteki hepatik arter (HA) RI nin parankimal hasardan etkilenmediği ortaya konmuştur (43). Bu nedenle porta hepatisteki hepatik arterden ölçüm yapılmaktadır

Doppler Perfüzyon index (DPI) tanı koymak için bir araçtır . Daha üst ölçümlerden türetilen diagnostik bir araçtır. Karaciğer hastalığı olan vakalarda, karaciğer kan akımındaki değişiklikleri yansıtır ve buna bir kanıttır. DPI'nin rolü metastatik hastalıkta, kronik hepatitte, obeziteye bağlı yağlı karaciğerde ve alkolik hastalarda araştırılmış olmasına rağmen bazı raporlardaki yorumlara göre katkısı, bazılarına göre bu konuda şüphe söz konusudur (44).

Doppler perfüzyon indeksi ölçümü ;

$$DPI = \frac{HA - AH}{(HA - AH + PV - AH)}$$

formülü kullanılarak yapılmaktadır (44).

Bizim bu çalışmadaki amacımız, kronik viral hepatit tanı konabilirliğini, gold standart olan tru-cut biyopsi yapmaya gerek kalmadan, yaptığımız hepatik doppler incelemesi ile saptayabilmek ve tedavi sonrası cevabı takip edebilmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma için, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun onayı alındı (Etik kurul no: 2009/11). 01 Haziran 2008 ve 01 Haziran 2009 tarihleri arasında, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'na, inaktif ve kronik viral hepatit nedeni ile gönderilen 60 olgu ve kontrol amacıyla gönderilen sağlıklı 50 olgu, Siemens ACUSON Antares Ultrasound Imaging System adlı cihazının CH 4-1 MHz'lik konveks probu kullanılarak incelendi.

Kontrol grubuna dahil edilen olguların hiçbirinde karaciğer patolojisi açısından risk yoktu ve özellikle karaciğere ait kan biyokimyasal değerleri normal sınırlarda izlendi.

Kontrol grup normal kan profili olan sağlıklı gönüllülerden seçildi. Kontrol grubu ile çalışma grubu yaş olarak eşleştirilerek seçildi.

Çalışma grubu; 30 inaktif ve 30 kronik viral hepatitli hasta olacak şekilde belirlendi.

İnaktif HBsAg taşıyıcılarını belirleme kriterlerimiz;

1. HBsAg + > 6 ay
2. HBeAg -, anti-HBe +
3. Serum HBV DNA $<10^4$ kopya/mL
4. Normal ALT/AST
5. HDV'nin negatif olması gibi özellikler idi.

İnaktif HCV olgularının tanımlanmasında kriterlerimiz;

1. Serumda anti HCV pozitif
2. Karaciğer enzimlerinden ALT düzeyi devamlı normal olan olgular
3. Serumda HCV RNA düzeyi PCR ile negatif olması
4. Karaciğer biyopsisinde kronik inflamatuvar yanıtın olmaması ve fibrozis skorunun <2 den az olması gibi özelliklerdi.

Kronik Hepatit B hastalığında kullandığımız kriterler ;

- 1.HBsAg 6 ayın üzerinde pozitif
- 2.Serum HBV DNA >100000 kopya/ml
- 3.Israr eden ya da aralıklı ALT/AST yüksekliği
- 4.Biyopside nekroinflamatuvar skor $\geq$ 4
- 5.HbeAg pozitif ya da negatif olmalıdır

Koinfeksiyon, kronik viral hepatit dışı olgular, konjestif kalp yetmezliği, diyabet, koroner arter hastalığı olan olgular çalışmaya alınmadı. Karaciğer kan akımını değiştiren ilaç kullananlar çalışmaya dahil edilmedi. Hepatik artere ait kompleks anatomisi olanlar tekniği kolaylaştırma açısından çalışmaya dahil edilmedi.

Renkli Doppler US incelemesi, en az sekiz saatlik açlık sonrası yaklaşık 10-15 dakikalık dinlenmeyi takiben ve olgu supin pozisyonunda yatarken yapıldı. Gerekli durumlarda olguya değişik pozisyonlar verildi.

İncelemeye başlandığında ilk önce rutin tüm abdominal US inceleme yapıldı. Özellikle karaciğer ve dalak boyutları, parankim ekojeniteleri ve karaciğer kontür keskinlikleri değerlendirildi. Aynı zamanda hepatic ve portal ven seyirleri ve çapları , portal ven akım hacmi, hepatic arter çapı, hepatic arter akım hacmi (HA AH), hepatic arter pik sistolik hız (PS), hepatic arter end diastolik hız (ED), hepatic arter Tamx (Zaman ortalamalı maksimum hız), hepatic arter (HA) Tamn (Zaman ortalamalı orta hız), hepatic arter RI, hepatic arter PI, hepatic arter S/D (sistol/diyastol) değeri, hepatic arter akselerasyon (AK), hepatic arter akselerasyon zamanı (AT), hepatic arter ortalama hızı(TAV) ve doppler perfüzyon index (DPI), hepatic ven dalga formu, dalak boyutu, splenik ven çapı incelendi. Karaciğer patolojisine sekonder gelişebilecek vasküler kalibrasyondaki değişiklikler böylece göz önünde bulunduruldu.

Karaciğer değerlendirilirken, ksifoid çevresinden başlanarak birer santimetre aralıklarla sağ lob alt sınırı geçilene kadar karaciğer kubbesine paralel olacak şekilde kesitler alındı. Daha sonra inceleme bu düzleme dik olacak şekilde, içten dışa doğru tekrar edildi. Prob subkostal alanda olabildiğince kraniale doğru

açıldırılarak ve tam inspiyumda yapıldı. Bu şekilde karaciğerin tüm segmentleri değerdendirilmeye çalışıldı (13) .

Hepatik arter, hepatic venöz ve portal venöz sistem ; karın ön tarafından, subkostal- interkostal yaklaşım, sağ paramedian düzlem veya hafif sağ anterior oblik yaklaşım kullanılarak hastanın anatomik özellikleri ve batin içi gaz durumu göz önüne alınarak izlenmeye çalışıldı. Doppler US incelemede örneklem aralığı damar çapının 1/3 ü kadardı. Doppler açısı 30°-60° arasında tutularak ölçüm hataları minime indirgenmeye çalışıldı.

Hepatik ven Doppler US akım trasesi , hasta sakin respirasyonda iken ,sağ hepatic venden inferior vena kava'ya yaklaşık 3-5 cm uzaklıktaki lokalizasyondan tespit edilmiştir. Akım formları kaydedilerek veriler kontrol grubuna göre kıyaslandı (22). Hepatik arter Doppler US ölçümleri hepatic hilus düzeyinden yapılmıştır (43, 44).

Portal ven Doppler ölçümleri hasta sakin respirasyonda iken, hepatic hilus düzeyinde portal venin inferior vena kavayı çaprazladığı yerden yapıldı.

Doppler perfüzyon indeksi ölçümü ; $DPI = \frac{HA}{AH + HA}$ hepatic arterdeki kan akım hacmi / (hepatic arterdeki kan akım hacmi + portal vendeki kan akım hacmi) formülü kullanılarak yapıldı (44) .

Hepatic arterde damar çapı ölçölüp sisteme kaydedildikten sonra, spektral incelemede en az 3 düzgün siklus spektral dalga örneği kaydedilmektedir. Çap ve spektral dalgaların otomatik değerdendirmesi ile akım hacmi cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır. Portal vende, gri skala ultrasonografide, damar çapı ölçölüp sisteme kayıt yapıldıktan sonra akım hacmi cihaz tarafından otomatik olarak verilmektedir(45) .

Çalışmada elde edilen veriler değerdendirilirken, istatistiksel analizler için “SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 13.0” programı kullanıldı. Değerdendirmede; sıklık, ortalama, ki kare testi, korelasyon, tek yönlü varyans analizi kullanıldı. 0.05'den küçük p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Bu özelliklerin kronik hepatitis tanısındaki duyarlılık ve özgüllükleri incelendi.

4. BULGULAR

Çalışmaya, inaktif ve kronik viral hepatit nedeni ile gönderilen 60 olgu ve kontrol amacıyla gönderilen sağlıklı 50 olgu katılmıştır.

İnaktif viral hepatitli olgu grubunda 25 olgu hepatit B , 5 olgu hepatit C, kronik viral hepatitli olgu grubunda ise 17 olgu hepatit B, 13 olgu hepatit C nedeni ile takip edilmekteydi. Çalışma grubundaki olgulardan hepsi, kronik hepatit tanısını, gold standart teknik olan karaciğer biopsisi ile almışlardı. Hasta ve kontrol grubundaki bireylerin hiçbirinde kronik alkol alım öyküsü yoktu. Kontrol grubu sağlıklı kişilerden seçildi.

İnaktif viral hepatitli olgu grubuna dahil edilen hastaların 14'ü kadın, 16'sı erkek; kronik viral hepatitli olgu grubuna dahil edilen hastaların 15'i kadın, 15'i erkek olmak üzere toplam 60 olguydu. İnaktif viral hepatitli olgu grubunun yaş ortalaması $47,33 \pm 9,767$, kronik viral hepatitli olgu grubunun yaş ortalaması $43,37 \pm 15,663$ idi (Tablo 4.1).

Kontrol grubuna 20 erkek, 30 kadın toplam 50 olgu dahil edildi. Kontrol grubu için yaş ortalaması $42,68 \pm 15,266$ olarak bulunmuştur.

Kontrol grubu ve inaktif - kronik viral hepatit'li olgu grubu arasında yaş, cinsiyet dağılımı açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Olguların yaş ve cinsiyet özellikleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Olguların yaş ve cinsiyet özellikleri

	Kontrol Grubu	İnaktif viral hepatitli olgu grubu	Kronik viral hepatitli olgu grubu	p değeri
Kadın / erkek	30/20	14/16	15/15	
Yaş ortalaması	$42,68 \pm 15,266$	$47,33 \pm 9,767$	$43,37 \pm 15,663$	0,24
Yaş aralığı	19-72	20-60	18-79	

Kontrol grubu, kronik viral hepatitli ve inaktif viral hepatitli olgu grubunun hepatik ven dalga formu açısından kıyaslaması yapıldığında; üç grup arasında

anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,241$). Olguların hepatik ven doppler dalga formlarının kıyaslaması Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatit B ve C’li olgu grubunun hepatik ven dalga formu açısından kıyaslamaları

	Kontrol Grubu	İnaktif viral hepatitli olgular	Kronik viral hepatitli olgular
Olgu sayısı	50	30	30
Trifazik	40(%80)	23(%76,7)	19 (%63,3)
Bifazik	10(%20)	7(%23,3)	11(%36,7)

p değeri: 0,23

Her üç hasta grubunun ortalama karaciğer boyutu, portal ven ve hepatik arter çapı , PV AH, HA çapı HA AH, HA PS hız, HA ED hız, HA Tamx , HA Tamn , HA RI, HA PI, HA S/D değeri, HA AK, HA AT , HA ortalama hızı (TAV) ve DPI, dalak boyutu, splenik ven çapına , viral yüküne ait değerler Tablo 4.3-4.4-4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.3 : Kontrol grubu ve inaktif- kronik viral hepatit’li olguların portal ven doppler değerleri

	İnaktif hepatitli olgu grubu	Kronik viral hepatitli olgu grubu	Kontrol grubu	p değeri
PV çap(mm)	10,28±1,70 (7,3- 2,9)	10,42±1,56 (7,1-13,6)	9,98±1,67 (5,9-13,0)	0,48
PV hız(cm/sn)	25,77±3,32 (15,9-29,5)	26,48±3,75(15,7-31,2)	27,25±3,55 (20,5-33,5)	0,20
PVakım hacmi (mL/dk)	1287,28±418,08 (419,1-2094,79)	1358,92±450,52 (627,35-2117,31)	1274,16±379,86 (475,8-1991,4)	0,65

Gruplar arasında PV çap, PV hız, PV akım hacmi açısından farklılık saptanmamıştır.

Tablo 4.4 : Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatit’li olguların hepatik arter doppler değerleri

	İnaktif hepatitli olgu grubu	Kronik viral hepatitli olgu grubu	Kontrol grubu	p değeri
HAçap(ortalama±SS) (mm) (en üst-en alt)	2,56±0,82 (1,80-5,9)	2,52±0,89 (1,2-5,6)	2,352±0,66 (1,0-4,5)	0,45
HA PS (cm/sn)	67,13±16,02 (40,3±97,3)	69,393±20,18 (44,7-120)	64,624±12,27 (38,3-85)	0,41
HA ED (cm/sn)	19,81±6,16 (9-32,4)	22,1133 ±10,16 (12,3-54,8)	21,56±6,55 (8,2-37,7)	0,46
HA Tamx (cm/sn)	33,14±9,21 (17,1-57)	33,67±10,57 (20,7-59,3)	30,59±7,47 (15,5-50,9)	0,25
HA Tamn (cm/sn)	14,08±4,57 (6,80-28,2)	16,28±5,76 (8,80-30,1)	13,85±4,08 (6,1-24,9)	0,07
HA PI	1,36±0,37 (0,88-2,53)	1,417±0,40 (0,41±2,68)	1,62±0,58 (0,91-3,38)	0,04
HA RI	0,69±0,08 (0,55-0,84)	0,74±0,20 (0,54-1,74)	0,64±0,05 (0,54-0,74)	0,001
HA akım hacmi (mL/dk)	114,28±76,73 (43,67-395)	114,35±106,94 (14,61-551,22)	77,1±53,67 (14-313)	0,04
HA S/D	3,57±1,04 (2,24-6,29)	3,61±0,80 (2,19-6,7)	3,51±1,37 (1,31-8,80)	0,92
HA AK (cm/sn ²)	895,32±303,66 (432,9-1460,1)	987,63±383,89 (528,9-2037)	937,63±312,65 (457,7-1836,4)	0,55
HA AT (sn)	52,5±12,46 (33-73)	47,43±8,19 (33-67)	48,78±10,10 (33-68)	0,14
HA TAV (cm/sn)	35,41±9,42 (17,3-57-8)	33,6330±10,62 (14,6-59,2)	28,5316±8,91 (10,1-48,2)	0,005

Gruplar arasındaki farkı kontrol grubu oluşturmaktadır. Kontrol grubunda, kronik ve inaktif viral hepatitli olgu grubuna göre HA RI, HA TAV, HA AH daha düşük bulunurken, HA PI değeri yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.5 : Kontrol grubu ve inaktif-kronik viral hepatit’li olguların karaciğer-dalak boyutları, splenik ven çapları, viral yükleri ve DPI değerleri

	İnaktif hepatitli olgu grubu	Kronik viral hepatitli olgu grubu	Kontrol grubu	p değeri
Karaciğer boyut(mm)	137,4±15,54 (120-180)	134,13±15,66 (120-162)	135,72±7,94 (121-151)	0,53
Dalak boyutu (mm)	105,3±21,13 (74-170)	104,5±17,47 (71-162)	97,56±12,914 (60-128)	0,07
Splenik ven çapı (cm)	4,34±1,19 (2,1-7,7)	4,61±1,37 (2,5-8,5)	4,45±1,024 (2,5-6,5)	0,07
DPI	0,09±0,07 (0,03-0,4)	0,12±0,16 (0,02-0,87)	0,06-0,05 (0,01-0,3)	0,06

Ortalama karaciğer boyutu, splenik ven çapı ve DPI değerleri açısından 3 grup arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Anova test ile 3 grup arasında karşılaştırma yapıldığında., 3 grup arasındaki farkı HA RI değeri için normalle kronik viral hepatitli olgular arasındaki , HA TAV(ortalama hız) değeri içinse normalle inaktif viral hepatitli olgular arasındaki fark oluştuyordu ve bu istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$) .

İnaktif ve kronik viral hepatitli olgu grubunda, viral yük ile ortaklama karaciğer ve dalak boyutları, parankim ekojeniteleri ve karaciğer kontür özellikleri, portal ven ve hepatik arter çapları, PV AH, HA çapı HA AH, HA PS, HA ED hız, HA Tamx, HA Tamn, HA RI, HA PI, HA S/D değeri, HA AK, HA AT, HA ortalama hızı(TAV) ve DPI, hepatik ven dalga formu, dalak boyutu, splenik ven çapı arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.05$) . Olguların virak yük dağılımları Tablo 4.6’te verilmiştir.

Tablo 4.6 : İnaktif-kronik viral hepatit’li viral yül değerleri

	İnaktif hepatitli olgu grubu	Kronik viral hepatitli olgu grubu	Kontrol grubu
Viral yük (ml/kopya)	402,9±1451,81 (0,00-8017)	275160927,47±1384951291 (0- 7605486993)	0

İnaktif ve kronik viral hepatitli olgu grupları arasında , ortalama karaciğer ve dalak boyutları, parankim ekojeniteleri ve karaciğer kontür özellikleri, hepatik arter ve portal çapları , PV AH , HA çapı , HA AH, HA PS, HA ED, HA Tamx , HA Tamn , HA RI, HA PI, HA S/D değeri, HA AK, HA AT, HA TAV ve DPI, hepatik ven dalga formu, dalak boyutu, splenik ven çapı deperleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$) .

İnaktif ve kronik viral hepatitli olgu grubu arasında hepatik doppler değerler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$) .

Kontrol grubu ve inaktif viral hepatitli olgu grubu karşılaştırıldığında; HA PI değeri kontrol grubunda inaktif kronik viral hepatitli olgu grubuna göre fazla; HA RI, HA akım hacmi, DPI ve HA TAV değerleri ile daha az olduğu saptanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.05$) .

Kontrol grubu ve kronik viral hepatitli olgu grubu karşılaştırıldığında HA Tamn, HA RI, HA akım hacmi, ortalama dalak boyutu ve HA TAV değerleri, kontrol grubunda kronik viral hepatit olgulara göre daha düşük bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.05$) .

5. TARTIŞMA

Hepatit C ve B virüsü ile oluşan karaciğer kronik enfeksiyonu hepatosit hasarı ile sonuçlanan ve siroza ve/veya hepatosellüler karsinoma kadar ilerleyebilen bir patolojidir. Siroz ise hepatosit hasarının son dönemi olarak tanımlanır ve doku nekrozu, fibrozisi ve karaciğerde doku rejenerasyonu ile giden bir patolojidir. Kronik viral hepatitli hastalarda sirozun tanısı hem teropatik hem de prognostik öneme sahiptir. Daha önceki çalışmalarda Ultrasonografide değişik parametreleri kullanarak sirozun tanısı konulmaya çalışılmıştır. Siroz normal karaciğerin dokusunun yapısal olarak fibrotik nodüllere dönüşümü ile karakterizedir (46,47).

Günümüze kadar karaciğer sirozunda fibrozisin yaygınlığı ve nekroinflamasyonun ciddiyetinin evrelemesi perkütan biopsi spesmenleri ile yapılmıştır. Bu prosedür invazivdir ve kanama diatezi ve asiti olan hastalarda uygun olmamaktadır. US noninvaziv ve ucuz olması nedeni ile fokal hepatik lezyonların gösterilmesinde ve diffüz karaciğer hastalığının tanısında popüler olan tanısal bir yöntemdir. Kronik viral hepatit hastalarında uzun dönem takiplerde ve ileride oluşabilecek sirozun tanısında US faydalı bir tekniktir (48).

Patolojik spesmenlerde histolojik aktivite indeksi olarak, Knodell skorum sistemi kullanılarak yapılmıştır. Köprüleşme tarzında hepatosellüler nekroz olsun veya olmasın izlenen periportal değişiklikler intralobuler dejenerasyon, fokal hepatosellüler nekroz, portal inflamasyon ve fibrozis olarak değerlendirilmiştir. Bu skorum sistemine dayanarak kronik hepatitler 4 sınıfa ayrılmaktadır; Minimal, hafif, orta ve ciddi (49,50). Fibrozis skoru 4 olan olgular siroz olarak yorumlanmıştır (51). Bizim çalışma grubumuzda hiçbir olguda skor 4 (siroz) izlenmemiştir.

RDUS, kronik hepatit değerlendirilmesinde, B- mod inceleme sayesinde hem karaciğerde oluşan değişiklikleri ve beraberinde diğer sistemlerde ortaya çıkabilecek patolojileri ortaya koyabilmekte, hem de spektral inceleme aracılığı ile hepatik ven-arterlerde, portal vende izlenen akım özelliklerini ortaya koyabilmektedir. Kronik hepatit tanısını koymada biopsi ve patoloji altın standart yöntem olarak kabul görmekte ise de RDUS, invaziv olmaması, daha ucuz ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle kronik hepatit düşünülen olgularda tanı ve takip açısından kullanılabilmektedir. Ayrıca kolay tekrarlanabilen bir yöntem olması ve

bilinen hiçbir zararının olmaması nedeni ile de tercih edilen bir inceleme metodudur (3).

Karaciğerdeki nodülerite ile ilgili hepatik venöz stenozis ve trombozis karaciğer sirozu ile ilişkilidir. Bu durumlarda HV rezistansı artar ve akım volüm eğrisi azalmış pulsasyon gösterir. Eğer akım volüm rezistansı artarsa akım paterninde düzleşme izlenir (16,36,52)

Kemal Arda ve arkadaşlarının 30 kronik karaciğer parankimal hastalığı olan olgular ve 30 kontrol grubuyla yaptığı çalışmada, kontrol grubunun hepsinde hepatik venlerde trifazik dalga formu izlerken; karaciğer parankimal hastalığı olan olguların 8 inde trifazik, 4 olguda monofazik ve 18 olguda bifazik akım paterni izlemiştir (39). Bizim çalışmamızda bilinen karaciğer hastalığı olmayan 50 kontrol grubu olgusunda incelenen sağ hepatik vende akım paterni 40 olguda trifazik, 10 olguda bifazik bulunmuştur. İnaktif ve kronik hepatitli 60 olgudan oluşan grupta, 42 olguda trifazik, 18 olguda bifazik bulunmuştur. Her iki olgu grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Jequer ve arkadaşlarını yaptığı çalışmada 32 farklı yaş grubundaki sağlıklı çocukta HV akımının normal değerleri bulunmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada yaş, cinsiyet, egzersiz, tokluk, postür ve Doppler US kursor pozisyonu değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan çalışmada çalışmada (38), trifazik akım paterni en fazla sağ hepatik vende izlendi. Sağ hepatik ven ölçüm için en uygunsuz ven olarak tespit edilmiştir. Monofazik akım formu en fazla yenidoğanlarda ve infantlarda bulunmuştur. Cinsiyet, vücut pozisyonu, egzersiz, tokluk HV akım formunu etkilememiştir. Jequer ve arkadaşlarını yaptığı çalışmada, sonuç olarak kronik karaciğer parankim hastalığı olan çocuklarda öncelikle orta ve sol hepatik venin değerlendirmeye alınması önerilmiş, özellikle erken yaşlarda trifazik akım kaybının normalde de izlenebileceğinin unutulmaması belirtilmiştir (38,53).

Erik K. Paulson ve arkadaşlarının 5 sağlıklı olguda yaptığı çalışmada , hepatik arter RI değerleri $0,69 \pm 0,08$ arasında (minimum-maksimum: 0,41-0,89), iken bizim çalışmamızda $0,6426 \pm 0,054$ (minimum-maksimum: 0,54-0,74) bulunmuştur (54). İki çalışma arasında belirgin farklılık saptanmamıştır.

Panagiotis Iliopoulos ve arkadaşlarının 72 kişide yaptığı çalışmaya göre ; kontrol grubunda portal ven çapı $11,4 \pm 1,2$ mm iken, kronik viral hepatit'li grupta

11,4±1,7 mm bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise kontrol grubunda 9,98±1,6728, kronik viral hepatitli olgu grubunda 10,35±1,62 mm bulunmuştur(55).

Christina Tziafalia ve arkadaşlarının 122 sağlıklı, 52 inaktif kronik HBV'li hastada yaptığı çalışmada, portal ven çapında, inaktif HBV taşıyıcılarında kontrol grubuna göre yüksek bulunmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır . Christina Tziafalia ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, portal ven akım hacmi inaktif HBV taşıyıcılarında kontrol grubundan fazla ve DPI değerleri inaktif HBV taşıyıcılarında anlamlı düşük çıkmakla birlikte hepatik arter akım hacminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık çıkmadı (44). Bizim çalışmamızda kontrol grubu ve inaktif kronik viral hepatitli olgu grubu arasında karşılaştırma yapıldığında; dalak boyutu , HA TAV değeri, DPI, hepatik arter akım hacmi, hepatik arter RI değeri kontrol grubunda inaktif viral hepatitli olgu grubuna göre daha düşük bulunurken, hepatik arter PI değeri yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$) .

Kevin Michael Walsh ve arkadaşlarının 39 kronik hepatit C'li olguda yaptığı çalışmada , hepatik arter akım hızının ve DPI'nin kontrol grubuna göre yüksek olduğu, ve total karaciğer akım hacminin iki grupta benzer olduğunu bulmuşlardır (56). Bizim çalışmamızda kronik viral hepatitli hasta grubunda hepatik arter ortalama hızı ve akım hacmi kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur.

Rokni Yazdi ve arkadaşlarının 37 sağlıklı gönüllüde yaptığı çalışmada; portal ven çapı 9,4±1,7 mm , ortalama portal ven hızı 27,3± 13,1 cm/sn, hepatik arter pik sistolik hızı 67,6± 33,5 cm/sn, hepatik arter RI 0,8± 0,1 bulunmuştur (57). Bizim çalışmamızda kontrol grubunda portal ven çapı 9,98±0,23 mm , ortalama portal ven hızı 27,2± 0,5 cm/sn, hepatik arter pik sistolik hızı 64,6± 1,73 cm/sn, hepatik arter RI 0,64± 0,07 bulunmuştur .

Tomas Bertanik ve arkadaşlarının 43 kronik viral hepatitli olguda yaptığı çalışmada , fibrozisin artmasıyla portal ven akım hacminin değişmediği; kontrol grubu veya minimal fibrozisi olan hastalarla sirotik hastalar karşılaştırıldığında fibrozis arttıkça hepatik arter RI'in arttığı; DPI değerinin minimal fibrozisi olan ve sirotik olgular arasında değişiklik göstermediği ortaya konmuştur (58). Bizim çalışmamızda kontrol grubu ile kronik viral hepatitli olgu grubu kıyasladığımızda;

hepatik arter RI ve DPI değeri kontrol grubunda daha düşük bulunurken, portal ven akım hacimleri arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

6. SONUÇ

Çalışmamızda, kronik viral hepatit ve inaktif viral hepatit bulunan olgular ve kontrol grubunun, hepatik venöz- arteryel ve portal venöz sisteme yönelik RDUS bulgularını karşılaştırdık. RDUS'un inaktif viral hepatit ve kronik viral hepatit tanısındaki ve takibindeki yerini belirlemeye çalıştık.

RDUS inceleme ilk olarak batının genel B-mod US incelemesini içermektedir. Bu inceleme esnasında kronik karaciğer hastalıklı olgularda karaciğer parankim yapısındaki değişiklikler, ekojenitedeki farklılaşmalar, karaciğer boyutunda oluşan değişiklikler, dalak boyutu, portal ve splenik venlerin çapı, karında loküle ya da serbest sıvı olup olmadığı izlenebilmektedir. Ayrıca hepatik venlerin trasesi, kalibrasyonu gerekirse çapları saptanabilmektedir.

RDUS B-mod incelemedeki bulguların yanında, hepatik venlerdeki, portal vendeki ve hepatik arterdeki akım paterninin saptanmasını ve yönünün tespit etmemizi sağlar. Bunlara ek olarak, spektral inceleme ile hepatik venlerde oluşan akımın hızı hesaplanabilir.

Çalışmamızın teorem ve hipotez aşamasında planladığımız:

1. Kronik viral hepatit, inaktif viral hepatit olgularının RDUS B-mod ve spektral incelemedeki sonuçlarının; serumda viral yük değerinin artması ile paralel artış beklemiştik. Ancak viral yükün miktarı ile RDUS bulguları paralellik göstermedi.

2. İnaktif viral hepatit ve kronik viral hepatitli olgular arasında hepatik Doppler indeksleri ve değerleri açısından farklılık saptanmaması eski bilgilerimizin aksine yeni bir bulgudur.

3. Hasta ve sağlıklı olgu grubunda, normal akım formu olarak kabul edilen trifazik hepatik ven akım paterninin bazı olgularda değişip, bifazik akım formuna dönüşebildiği bulundu. Çalışmamızda, kontrol grubu ile çalışma grubu arasında anlamlı farklılık saptanmadı.

4. İnaktif viral hepatitli olgu grubunda hepatik arter RI ve TAV değerleri ve DPI değeri, kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. RI'in yüksekliği hepatik arter duvarında karşılaşılan direnci gösterirken, TAV değerinin yüksekliği ise inaktif viral

hepatitli hastalarda ortalama kan akım hızının arttığının göstergesidir. Ayrıca inaktif viral hepatitli hastalarda karaciğere gelen toplam kan miktarı da artmaktadır

5. Kronik viral hepatitli olgu grubunda hepatik arter RI, Tamn, akım hacmi değerleri ve dalak boyutu kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. İnaktif viral hepatitli olgu grubuyla benzer şekilde; RI'nın yüksekliği hepatik arter duvarında karşılaşılan direnci gösterirken, Tamn değerinin yüksekliği kronik viral hepatitli hastalarda zaman ortalamalı orta kan akım hızının arttığının göstergesidir.

Kronik viral hepatitlerin tanımlanmasında altın standart olarak kabul gören patolojik inceleme elbette yerini korumaktadır.

RDUS, inaktif viral hepatit ve kronik viral hepatit olgularını değerlendirmede, izleminde ve hastaların tanımlanmasında kullanılabilir Yapılan izlemlerde karaciğer enzimleri normal olmasına rağmen %40 olguda siroz görülmektedir. Özellikle 'occult hepatit' olgularında biyopsi yapmadan karaciğer dokusunun izleminde RDUS kullanılabilir.

Optimal şartlarda yapıldığında sık tekrarlanabilme ve noninvaziv bir yöntem olan RDUS kronik viral hepatit olgularının izleminde, tanımlanmasında ve biyopsi yapılamayan olguların değerlendirilmesinde yeni bir metod olarak düşünülebilir.

Bu konu ile ilgili olarak daha geniş ve karşılaştırmalı çalışmaların yapılması uygundur.

KAYNAKLAR

- 1) Kılıçturgay K, Badur S. Viral Hepatit 1992, Viral Hepatitle Savaşım Derneği, 1992; 45-62
- 2) Herbay A, Frieling T, Haussinger D. Association Between Duplex Doppler Sonographic Flow Pattern In Right Hepatic Vein and Various Liver Diseases. J Clin Ultrasound 2001;29:25-30.
- 3) Rumack CM, Wilson S.R, Charboneau J.W. Diagnostic Ultrasound . İkinci Baskı, Missouri: Mosby, 1998; 88-118
- 4) Snell R.S. Clinical Anatomy for Medical Students. Third Edition, Boston/Toronto: Little Brown and Company, 1986; 203-297
- 5) Lippincott Williams & Wilkins Atlas of Anatomy, 1st Edition. 2008
- 6) Oğuz M, Aksungur E.H, Bıçakçı Y.k, ve ark. Ultrasonografi. Birinci Baskı: İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 1997; 25-47
- 7) Krebs .Ultrasound Atlas of Disease Processes. Connecticut, Appleton-Lange, 1993; 15-47
- 8) Dahnert W. Radiology Review Manuel. Sixth edition, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2007; 667-692
- 9) Smith LH., Wyngaardeen J.B. Cecil Textbook of Medicine. Eighteenth Edition, Philadelphia: Saunders, 1988; 847-849).
- 10) de Brito-Gitirana L, Storch V. Effect of starvation on the ultrastructure of hepatocytes of Hemidactylus f renatus (Lacertilia: Gekkonidae) with special emphasis on peroxisomes. Anat Anz 1998;180:193-202
- 11) Sacerdoti D, Merkel C, Bolognesi M, et al. Hepatik arterial resistance in cirrhosis with and without portal vein thrombosis: relations with portal hemodynamics. Gastroenterology 1995; 108: 1152-8
- 12) Piscaglia F, Gainai S, Zironi G, et al, Intra-and extrahepatic arterial resistance in chronic hepatitis and liver cirrhosis. Ultrason Med Biol 1997;23:675-82
- 13) Öztürk E, Kronik hepatit olgularında hepatik ven doppler ultrasonografi akım paterninin tanı değeri, Yayımlanmış uzmanlık tezi, Sanliurfa 2003
- 14) Govind B. Chavhan, MD, DNB, Dimitri A. Parra, MD, Andrea Mann, RDMS and Oscar M. Navarro, MD , Normal Doppler Spectral

- Waveforms of Major Pediatric Vessels: Specific Patterns, Radiographics. 2008 May-Jun;28(3):691-706
- 15) Zwiebel. Introduction to Vascular Ultrasonography Third Edition. Philadelphia, Saunders 1992, 333-387
 - 16) Colli a, Cocciolo M, Riva C et al. Abnormalities Of Doppler Waveform Of The Hepatic Veins in Patients With Chronic Liver Disease: Correlation With Histologic Findings AJR 1994;162:133-37
 - 17) Guyton AC, Textbook of Medical Physiology, Seventh Edition, W.B. Saunders Company, 1986, 218-410
 - 18) Cosgrove DO, Arger PH, Coleman BG. Ultrasonic Anatomy of Hepatic Veins. J Clin Ultrasound May 1987; 15:231-235 16. Becker C, Cooperberg P. Sonography of the Hepatic Vascular System. AJR 1988;150:999-1005
 - 19) Coulden RA, Lomas DJ, Farman P. Doppler Ultrasound of the Hepatic Veins: Normal Appearances. Clinical Radiology 1992; 45: 223-227
 - 20) Sodeman W. Sodeman's Pathologic Physiology, Mechanisms of Disease. Seventh Edition, Philadelphia, W.B. Saunders Company. 1985, 391-405
 - 21) Duerinckx A, Grant EG, Perrella RR, et al. The Pulsatile Portal Vein in Cases Of Congestive Heart Failure: Correlation Of Duplex Doppler Findings With Right Atrial Pressures. Radiology 1990;176:655-658
 - 22) Bolondi L, Bassi S, Gaiani S, et al. Liver cirrhosis: Changes of Doppler Waveform of Hepatic Veins. Radiology 1991; 178:513-516
 - 23) Farrant P, Meire HB. Hepatic vein pulsatility assessment on spectral Doppler ultrasound, The british Journal of radiology, 1997 Aug;70(836):829-32
 - 24) Teichgraber K, Gebel M, Benter T. Effect of Respiration, Exercise and Food Intake on Hepatic Vein Circulation. J Ultrasound Med 1997; 16:549-554
 - 25) Parvey Hr, Eisenberg PL, Giyanani V et al. Duplex Sonography of the Portal Venous System: Pitfalls and Limitations. AJR 1989;152:765-770 , Paulson K, Kliwer MA, Frederick MG, et al. Doppler US

- Measurement of Portal Venous Flow: Variability in Healthy Fasting Volunteers. *Radiology* 1997 202:721-724
- 26) Ohnishi K, Saito M, Nakayama T, et al. Portal Venous Hemodynamics in Chronic Liver Disease: Effects of Posture Change and Exercise. *Radiology* 1985; 155:757-761
- 27) Oyar O, Ultrasonografi Fiziği: Tıbbi Görüntüleme Fiziği . Editör Oyar O, Gülsoy UK, Birinci Baskı SDÜ Tıp Fakültesi, Isparta 2003:167-230
- 28) Tuncel E, Ultrasonografi. Klinik Radyoloji. İkinci Baskı, Bursa: Nobel-Güneş Tıp Kitabevi 2008:152-183
- 29) McMohan BJ. Epidemiology and natural history of hepatitis B. *Semin Liver Dis* 2005; Suppl1:3-8
- 30) Kumar M, Sarin SK, Hisar S, Pande C, Sakhuja P, Sharma BC, Chauhan R, Bose S. Virologic and histologic features of chronic hepatitis B virus-infected asymptomatic patients with persistently normal ALT. *Gastroenterology* 2008; 134(5): 1376-84
- 31) Huo TI, Wu JC, Lee PC, Chau GY, Lui WY, Tsay SH, et al. Sero-clearance of hepatitis B surface antigen in chronic carriers does not necessarily imply a good prognosis. 1998;28: 231-6
- 32) Villeneuve JP. The natural history of chronic hepatitis B virus infection. *Journal of Clinical Virology* 2005;34 (Suppl.1) :S139-142
- 33) Topçu W A., Söyletir G., Doğanay M., Enfeksiyon hastalıkları ve Mikrobiyolojisi, Nobel Tıp Kitabevi 3. baskı. 2008; 1874-1935
- 34) Hung C, Lu S, Wang J et al. Correlation Between Ultrasonographic And Pathologic Diagnoses Of Hepatitis B and C Virus-Related Cirrhosis. *J Gastroenterol* 2003; 38:153-157
- 35) Kutcher R, Smith G, Sen F, et al. Comparison of Sonograms and Liver Histologic Findings in Patients with Chronic Hepatitis C Virus Infection. *J Ultrasound Med*, 1998; 17:321-325
- 36) Hamato N, Moriyasu F, Someda H, et al. Clinical Application of Hepatic Venous Hemodynamics by Doppler Ultrasonography in Chronic Liver Disease. *Ultrasound in Med and Biol.* 1997; 23(6):829-835

- 37) Murat A, Akarsu S, Cihangiroğlu M, Yildirim H, Serhatlioğlu S, Kalender O., Assessment of Doppler waveform patterns and flow velocities of hepatic veins in children with acute viral hepatitis., *Diagnostic and interventional radiology*, 2006 Jun;12(2):85-9
- 38) Jequier S, Jequier JC, Hanquinet S, Gong J, Le Coultre C, Belli DC., Doppler waveform of hepatic veins in healthy children, *AJR* 2000 Jul;175(1):85-90
- 39) Arda K, Ofelli M, Calikoglu U, Olçer T, Cumhur T., Hepatic vein Doppler waveform changes in early stage (Child-Pugh A) chronic parenchymal liver disease. , *Journal of clinical ultrasound*, 1997 Jan;25(1):15-9
- 40) Doehner GA, Ruzicka FF, Hoffman G, et al. The portal venous system: its roentgen anatomy. *Radiology* 1955; 64: 675-89
- 41) Mariyasu F, Ban N, Nishida O et al. Clinical application of an ultrasonic duplex system in quantitative measurement of portal blood flow. *J Clin Ultrasound* 1986; 14:579-88
- 42) Sacerdoti D, Merkel C, Bolognesi M, et al. Hepatic arterial resistance in cirrhosis with and without portal vein thrombosis: relations with portal hemodynamics. *Gastroenterology* 1995; 108: 1152-8
- 43) Piscaglia F, Gainai S, Zironi G, et al, Intra- and extrahepatic arterial resistance in chronic hepatitis and liver cirrhosis. *Ultrason Med Biol* 1997;23:675-82
- 44) Tziafalia C, Vlychou M, Tepetes K, Kelekis N, Fezoulidis IV., Echo-Doppler measurements of portal vein and hepatic artery in asymptomatic patients with hepatitis B virus and healthy adults, *Journal of gastrointestinal and liver diseases*, 2006 Dec;15(4):343-346
- 45) Kalfaoğlu M, Kronik sigara içicisi 20-40 yaş arası sağlıklı popülasyonda sigaranın toplam kan beyin akım hacmine etkisinin Doppler Ultrasonografi ile değerlendirilmesi, Yayımlanmış uzmanlık tezi, Bolu 2009
- 46) Gaiani S, Gramantieri L, Venturoli N, Piscaglia F, Siringo S et al. What is the criterion for differentiating chronic hepatitis from compensated

- cirrhosis? A prospective study comparing US and percutaneous liver biopsy. *J Hepatol* 1997;27:979-85
- 47) Valla D, Flejou J, Lebre C, et al. Portal Hypertension and Ascites in Acute Hepatitis: clinical Hemodynamic and Histological Correlation. *Hepatology*. 1989;10:482-487
- 48) Hung C, Lu S, Wang J et al. Correlation Between Ultrasonographic And Pathologic Diagnoses Of Hepatitis B and C Virus-Related Cirrhosis. *J Gastroenterol* 2003; 38:153-157
- 49) Dahnert W. *Radiology Review Manual*. Sixth edition, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2007,667-692
- 50) Knodell RG, Ihsak KG, Black WC, et al. Formulation and Application of a Numerical Scoring System for Assessing Histological Activity in Asymptomatic Chronic Active Hepatitis. *Hepatology* 1981;1:431-435
- 51) Koda M, Murawaki Y, Kawasaki H, et al. Portal Blood Velocity and Portal Blood Flow in Patients with Chronic Viral Hepatitis: Relation to Histological Liver Fibrosis. *Hepato-Gastroenterology* 1996;43:199-202
- 52) Ohta M, Hashizume M, Tomikawa M, et al. Analysis of Hepatic Vein Waveform by Doppler Ultrasonography in 100 Patients with Portal Hypertension. *The American Journal Of Gastroenterology*. 1994; 89:170-175
- 53) Dietrich CF, Lee JH, Gottschalk R, et al. Hepatic And Portal Vein Flow Pattern in Correlation With Intrahepatic Fat Deposition And Liver Histology in Patients With Chronic Hepatitis C. *AJR* 1998; 171:437-443
- 54) Paulson EK, Kliwer MA, Frederick MG, Keogan MT, DeLong DM, Nelson RC, Hepatic Artery: Variability in Measurement of Resistive Index and Systolic acceleration time in healthy volunteers, *Radiology* 1996 Sep;200(3):725-9
- 55) Panagiotis Iliopoulos, Marianna Vlychou, Chrisoula Karatza, Spyros D Yarmenitis, Maria Repanti, Ioannis Tsamis, Kostantinos Tepetes , Ultrasonography in differentiation between chronic viral hepatitis and

- compensated early stage cirrhosis, World journal of gastroenterology , 2008 Apr 7;14(13):2072-9
- 56) Walsh KM, Leen E, MacSween RN, Morris AJ. digestive diseases and sciences, 1998 Dec;43(12):2584-90
- 57) Rokni Yazdi MD1H. Sotoudeh MD, assessment of normal doppler parameters of portal vein and hepatic artery in 37 healthy Iranian volunteers, Iran. J. Radiology, Summer 2006,3(4) 213-216
- 58) Bernatik T, Strobel D, Hahn EG, Becker D., Doppler measurements: a surrogate marker of liver fibrosis?, Eur J Gastroenterol Hepatol. 2002 Apr;14(4):383-7