

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

KARACİĞERİN HİDATİK KİSTLERİNDE
ULTRASONOGRAFİK GHARBİ SINIFLAMASININ
DİFFÜZYON AĞIRLIKLIL MANNETİK REZONANS
GÖRÜNTÜLEME İLE KORELASYONU

UZMANLIK TEZİ

DR. MEHMET GÜNDOĞAN

TEZ DANIŞMANI

Yrd. Doç. Dr. HASAN ÇEÇE

ŞANLIURFA

2011

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini bizden hiçbir zaman esirgemeyen, çalışkanlığı ile bizlere örnek olan değerli hocam, tez danışmanım, Ana Bilim Dalı Başkanımız Sayın Yrd.Doç.Dr. Hasan ÇEÇE' ye saygı ve şükranlarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca manevi desteğini hep yanımda hissettiğimiz, bizlere her zaman anne şefkati ile yaklaşan, sabrı ve ilgisiyle bizlere örnek olan değerli hocam Doç.Dr. Saime Shermatova'ya saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezimi hazırlamamda önemli katkılarda bulunan, birlikte çalışmaktan gurur duyduğum Sayın Yrd.Doç.Dr. Ömer KARAKAŞ' a ve tüm samimiyeti ile her zaman desteğini hissettiğimiz, bilgi ve birikimlerini daima bizlerle paylaşan Sayın Yrd.Doç.Dr. Ekrem KARAKAŞ'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezimin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Sayın Dr.Nülifer Doğru' ya teşekkür ederim.

Başta Dr. Abdulbasit Ercan olmak üzere birlikte ekip anlayışı içerisinde çalıştığım asistan arkadaşlarıma, Sayın Gülten Kaplan, Sayın Adnan Cevheri ve Sayın Mustafa Çeçe ile birlikte eğitimim süresince ve tez hazırlama dönemimde desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli radyoloji teknisyeni arkadaşlarıma ve personelimize teşekkür ederim...

Aralık 2011

Dr. Mehmet GÜNDOĞAN

İÇİNDEKİLER

Önsöz ve Teşekkür	i
İçindekiler	ii
Şekiller Dizini	iv
Tablolar Dizini	v
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	vi
Özet	viii
İngilizce Özet (Summary)	ix
1. Giriş	1
2. Genel Bilgiler	3
2.1. E. Granulozus	3
2.1.1. Hidatik kist' in yapıları	6
2.2. Hidatidozis' e yol açan diğer ekinokok türleri	7
2.2.1.Ekinokokkus multilokularis	7
2.2.2. Ekinokokkus vogeli	8
2.2.3.Ekinokokkus oligarthus	8
2.3.Epidemiyoloji	8
2.3.1. Türkiye' deki Prevalans	9
2.3.2. Dünya' daki prevalans	10
2.4.E. Granulozus'un Bulaşma Yolları	11
2.5.Hidatik Kist Tanısı	12
2.5.1.Klinik Tanı	12
2.5.2.Tanıda Kullanılan Serolojik Yöntemler	12
2.5.3.Casoni Deri Testi	13
2.5.4.Karaciğer hidatik kisti tanısında görüntüleme yöntemleri	13

2.5.4.1.Karaciğer Hidatik Kisti'nde Radiografik Bulgular	14
2.5.4.2.Karaciğer Hidatik Kisti'nde Ultrasonografik Bulgular	14
2.5.4.3.Karaciğer Hidatik Kisti'nde Bilgisayarlı Tomografi Bulguları	18
2.5.4.4.Karaciğer Hidatik Kisti'nde MR Bulguları	19
2.6.Karaciğer Hidatik kisti'nin ayırıcı tanısı	19
2.7.Karaciğer Hidatik Kisti'nin tedavi yöntemleri	20
3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	21
3.1. Fizik Prensipler	21
3.2. MRG' de Görüntü Oluşumu	25
3.2.1 Frekans kodlama ve faz kodlama gradientleri	27
3.2.2. Hızlı Görüntüleme teknikleri	28
3.2.3. MRG' de kullanılan inceleme sekansları	28
3.3. Diffüzyon Ağırlıklı Görüntüleme (DAG)	33
3.4. Klinik Uygulamalar	35
4. Materyal ve Metod	36
4.1.İstatistiksel Analiz	37
5. Bulgular	38
6. Olgu Örnekleri	45
7. Tartışma	50
8. Sonuç	56
9. Kaynaklar	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfalar
Şekil 1 Erişkin E. Granulozus	4
Şekil 2 E.Granulozus'un yaşam siklusu	5
Şekil 3 Protoskoleks	7
Şekil 4 Kistik Ekinokokkozis'in dünya üzerindeki dağılımı	10
Şekil 5 Tip 1 karaciğer hidatik kistinin duvarında lokalize kalınlık artışının ultrasonografik görünümü	15
Şekil 6 Tip 1 karaciğer hidatik kistinin ultrasonografik görünümü	16
Şekil 7 Tip2 KC HK US görünümü	16
Şekil 8 Tip3 KC HK US görünümü	17
Şekil 9 Tip 4 KC HK US görünümü	17
Şekil 10 Tip 5 KC HK US görünümü	18
Şekil 11 Spin hareketi	22
Şekil 12 Hidrojen atomunun yapısı	22
Şekil 13 Spin eksenini	22
Şekil 14 Nukleonlarda spin ve salınım (precession) hareketleri	23
Şekil 15 Transvers ve longitudinal manyetizasyon ve relaksasyon	24
Şekil 16 Gradient uygulama	26
Şekil 17 Faz ve frekans kodlama	27
Şekil 18 Tiplere göre ortalama ADC değerlerinin grafikte gösterimi	40
Şekil 19 Tip 1 ROC Analizi	41
Şekil 20 Tip 2 ROC Analizi	41
Şekil 21 Tip 3 ROC Analizi	42
Şekil 22 Tip 4 ROC Analizi	42
Şekil 23 Tip 5 ROC Analizi	42
Şekil 24 İki grubun (Tip1,2,3 ve 4,5) ort. ADC değerlerinin dağılımı	43

Şekil 25	Tip 1,2,3 ROC Analizi	44
Şekil 26	Tip 4,5 ROC Analizi	44

TABLolar DİZİNİ

		Sayfalar
Tablo 1	Sık kullanılan kistik ekinokokkoz klasifikasyonları.	14
Tablo 2	Hidatik kistler için Gharbi ve Dünya Sağlık Örgütü Ekinokokkoz Çalışma Grubu (WHO-IWGE) sınıflandırması	15
Tablo 3	Hastaların cinsiyete göre yaş dağılımı	38
Tablo 4	Hastaların ultrasonografik tiplere göre dağılımı	38
Tablo 5	Ultrasonografik tiplere göre hastaların yaş dağılımı	39
Tablo 6	Ultrasonografik tiplere göre hastaların ortalama ADC değerlerinin dağılımı	39
Tablo 7	Grupların ikili karşılaştırmalarında saptanan p değerleri	40
Tablo 8	İki yeni grubun ortalama ADC değerleri	43

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADC	Apparent Diffusion Coefficient
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
BT	Bilgisayarlı Tomografi
DAG	Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme
DA MRG	Difüzyon Ağırlıklı Manyetik Rezonans Görüntüleme
DSÖ (WHO)	Dünya Sağlık Örgütü
EAA	Eğri Altında kalan Alan
EPI	Echo planar Imaging
ERCP	Endoskopik Retrograt Kolanjiopankreatografi
GRASE	Gradyent and Spin Echo
HASTE	Half-fourier Acquisition Single Shot TSE
FLAIR	Fluid Attenuation Inversion Recovery
FLASH	Fast Low Angle Shot
FOV	Field of View
FSE	Fast Spin Eko
GE	Gradient Eko
H+	Hidrojen atomu
HK	Hidatik Kist
HU	Hounsfield Unit
IQR	Interquartile Range
IR	Inversion Recovery
KC	Karaciğer
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MRCP	Manyetik Rezonans Kolanjiopankreatografi
RF	Radyo Frekans
RDUS	Renkli Doppler Ultrasonografi
ROI	Region of Interest
SE	Spin Eko
SS	Standart Sapma
SSFSE	Single Shot Fast Spin Echo
STIR	Short Tau Inversion Recovery

TE	Time Eko
TR	Time Repetition
TSE	Turbo Spin Eko
US	Ultrasonografi

ÖZET

Bu çalışmada farklı ultrasonografik tiplerdeki karaciğer hidatik kistlerinin, DA MRG ile ortalama ADC (Apparent diffusion coefficient) değerleri ölçülerek, elde edilen sonuçların Gharbi sınıflamasıyla korelasyonu amaçlanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen hepatic hidatik kist'li hastaların 32'si kadın (%72,7) ve 12'si erkek (%27,3) olup yaşları 8-77 arasında değişmekte idi. Hastaların tümüne, US tetkiki ile evrelendirme yapıldıktan sonra Aksiyel T2 Ağırlıklı görüntüleme ile birlikte DAG çekimleri yapıldı. Ortalama ADC değerleri tip 1,2,3,4 ve 5 hidatik kistlerde sırasıyla $2,48 \times 10^{-3}$, $2,80 \times 10^{-3}$, $2,70 \times 10^{-3}$, $2,02 \times 10^{-3}$, $2,18 \times 10^{-3}$ mm²/s bulunmuştur. Difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinin belirlenmesindeki tanısal performansı ROC analizi ile değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda, karaciğer hidatik kisti hastalığında HK tipinin tesbitinde ultrasonografik tiplendirmeye bir alternatif olarak Diffüzyon ağırlıklı MRG ile ADC değeri ölçümünün umut vaat eden bir parametre olabileceği sonucuna vardık. İkili karşılaştırmalarda tip 1, 2 ve 5 hidatik kist grupları, tip 3 hidatik kist grubu dışında diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak ayrılırken, tip 4 hidatik kist grubu diğer tüm gruplardan, tip 3 hidatik kist grubu ise yalnızca tip 4 grubundan ayrıldığı görülmüştür. Özellikle Karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinden tip 1, 2 ve 3 bir arada, tip 4 ve 5 de bir arada olacak şekilde iki ayrı grup oluşturulduğunda bu yeni grupların ortalama ADC değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlendi. Daha fazla sayıda hasta grupları ve 3 Tesla MR cihazı ile yapılacak karaciğer hidatik kisti ADC ölçümü çalışmalarının bu konuda daha da başarılı sonuçlar elde edeceğini düşünüyoruz.

Sonuç olarak karaciğer hidatik kisti hastalığında kist tipinin belirlenmesinde DA MRG ile yapılacak ortalama ADC değeri ölçümlerinin yol gösterici olabileceği düşünülmüştür.

ABSTRACT

CORRELATION OF ULTRASONOGRAPHIC GHARBI CLASSIFICATION IN LIVER HYDATID CYSTS WITH DIFFUSION WEIGHTED MAGNETIC RESONANCE IMAGING

The correlation of different ultrasonographic typed liver hydatid cysts, measured with DW MRG for average ADC (Apparent diffusion coefficient) value according to Gharbi classification was aimed in this study.

32 of the patients with hepatic hydatid cysts involved in the study (72.7%) were female and 12 (27.3) were male and their ages varied between 8 and 77. After staging were carried out in all the patients with US examination, DW MRI shootings were performed along with T2 weighted MRI. The average ADC values were found as 2.48×10^{-3} , 2.80×10^{-3} , 2.70×10^{-3} , 2.02×10^{-3} and 2.18×10^{-3} mm²/s in hydatid cysts of type 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. Diagnostic performance in the sub-types of the liver hydatid cysts of diffusion weighted MR imaging were evaluated with ROC analysis.

In our study, we concluded that the measuring for diffusion weighted MRI and ADC values are promising parameters in determination of HK type as an alternative to ultrasonographic typing in liver hydatid cyst disease. In paired comparisons, it was seen that except for type 3 hydatid cyst group, type 1, 2 and 5 hydatid cyst groups differ from all the other groups statistically, type 4 hydatid cyst group differ from all other groups and type 3 hydatid cyst group differ only from type 4. It was determined that especially when two different groups are formed in the manner that types 1, 2 and 3 from sub-types of liver hydatid cysts are used in conjunction as a group and type 4 and 5 as another group, the average ADC values of such new groups differed significantly statistically. We think that measuring studies of liver hydatid cyst ADC will be able to be even more successful when performed with more patients and 3 Tesla MR devices.

As a result, we thought that average ADC value measurements done with DW MRI for determining the cyst type in liver hydatid cysts will be able to be instructive.

1.GİRİŞ

Ekinokokkoz (hidatidoz) Avrupa, Orta Doğu, Akdeniz, Güney Amerika ve Afrika ülkelerinde endemik olan bir parazitozdur (1). Türk toplumundaki sıklığı 1/2000 olarak bildirilmiştir (2). Bu parazitik hastalıkta en sık karaciğer (%50–70) ve akciğer (%20–30) tutulumu izlenmekle birlikte tüm organlar tutulabilir (3). Tanı için seçilecek ilk yöntem ultrasonografidir (US). Bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) görüntüleme ve serolojik testler tanı için sıklıkla kullanılmaktadır. Gharbi sınıflandırması (4) ile hidatik kistler ultrasonografik görünümüne göre beş alt tipe ayrılmıştır. Karaciğer hidatik kistlerinin perkütan tedaviye uygunluğunun değerlendirilmesindeki ana kriter, özellikle ultrasonografi bulguları olmak üzere, görüntüleme yöntemlerindeki morfolojik yapılarıdır. Karaciğer hidatik kistlerinin geleneksel tedavisi cerrahidir. Ancak cerrahi sonuçlar yüksek oranda mortalite, morbidite, postoperatif rekürrens ve uzun hastanede kalış süresi nedeniyle alternatif tedavi arayışlarını hızlandırmıştır. USG eşliğinde perkütan hidatik kist tedavisi (PAIR) uzun vadeli sonuçları itibariyle karaciğer hidatik kistlerinde etkin ve güvenilir bir yöntem olup, seçilmiş vakalarda cerrahiye alternatif olarak ilk başvurulması gereken bir tedavi yöntemidir (5).

Difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme dokulardaki moleküler difüzyona duyarlı bir yöntem olup beyin görüntülemesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (6). İlk olarak 1994 yılında Müller ve arkadaşları normal karaciğer, dalak, kas dokusu ve karaciğerin fokal ve diffüz hastalıklarında difüzyon MRG incelemesini kullanmışlar ve anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir (7). Sonraki yıllarda birçok araştırmacı difüzyon ağırlıklı MRG'nin karaciğer, böbrek ve diğer abdominal organlardaki uygulamalarına ilişkin çalışmalar yayınlamıştır (8, 9). Difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin karaciğerin hidatik kist hastalığındaki rolünü araştıran kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur (10, 11).

Bizim alışmamızda; Gharbi sınıflamasına göre farklı evrelerdeki karaciğer hidatik kistlerinin USG ve difüzyon ağırlıklı MRG bulgularının korelasyonu amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

Hidatidoz veya kistik ekinokokkoz insan ve hayvanların parazitik ve zoonotik bir hastalığıdır. Ekinokok cinsi sestodların, erişkin ve larva (metasestod) evreleri bu hastalığa yol açmaktadır (12) . Ekinokokkoz, parazitin hem erişkin hemde larva enfeksiyonlarını tanımlamakta kullanılırken, Hidatidoz hastalık terimi ise sadece metasestod enfeksiyonlarını tanımlamak için kullanılır (13) Hidatidoz, tüm Akdeniz ülkelerinde bölgenin en önemli parazitik hastalığı olarak halk sağlığını ve ulusal ekonomiyi etkileyerek ciddi problemler oluşturur. Ülkemizde de sağlık ve ekonomik yönden büyük kayıplar oluşturmaktadır (14).

Ekinokok'un bugün için kabul edilen 4 türü mevcuttur. Bunlar;

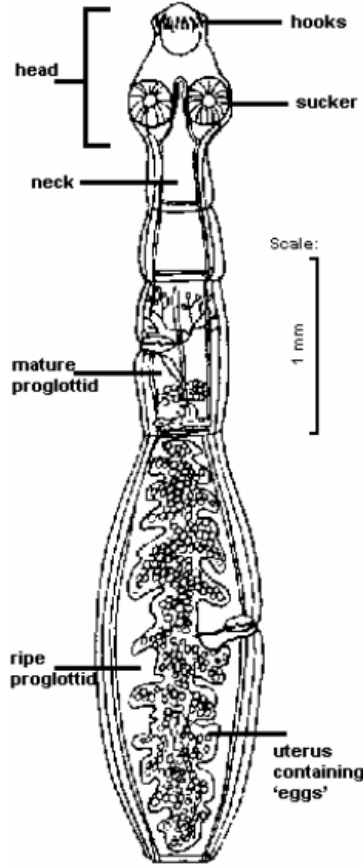
1. Ekinokokkus granulozus,
2. Ekinokokkus vogeli,
3. Ekinokokkus multilokülaris,
4. Ekinokokkus oligarthus (12, 13).

2.1. E. Granulozus

E.granulozus'un boyu 2-8 mm, eni ise en çok 0,6 mm'dir. Vücudu genellikle 3-4 halkadan oluşmaktadır (Şekil 1).

Halkanın skoleks adı verilen baş kısmı parazitin konak barsağına tutunmasını sağlar. Skolekste dört adet çekmen (vantuz) ve 30-36 adet rostellum denilen çengelsi yapılar bulunmaktadır. İkinci halka boyun, son halka ise parazit boyunun yarıdan fazlasını oluşturan gebe halkadır (12,14)

Ekinokokkus'lar hermafrodittirler, testis ve ovaryumlarını son halkada bulundururlar. Bu halkanın döl yatağı dalları kısa ve yuvarlaktır, içinde 400-800 tane yumurta bulunur. Embriyonlu yumurta ince kabuklu ve ovaldir. Yumurtalar suda 7 gün, buzda 4 ay, toprakta ise 10 ay canlı kalırlar. Kuruma ve ısınma ile ölürlar. E.granulozus erişkin haliyle 5-20 aylık ömre sahiptir (12,14)



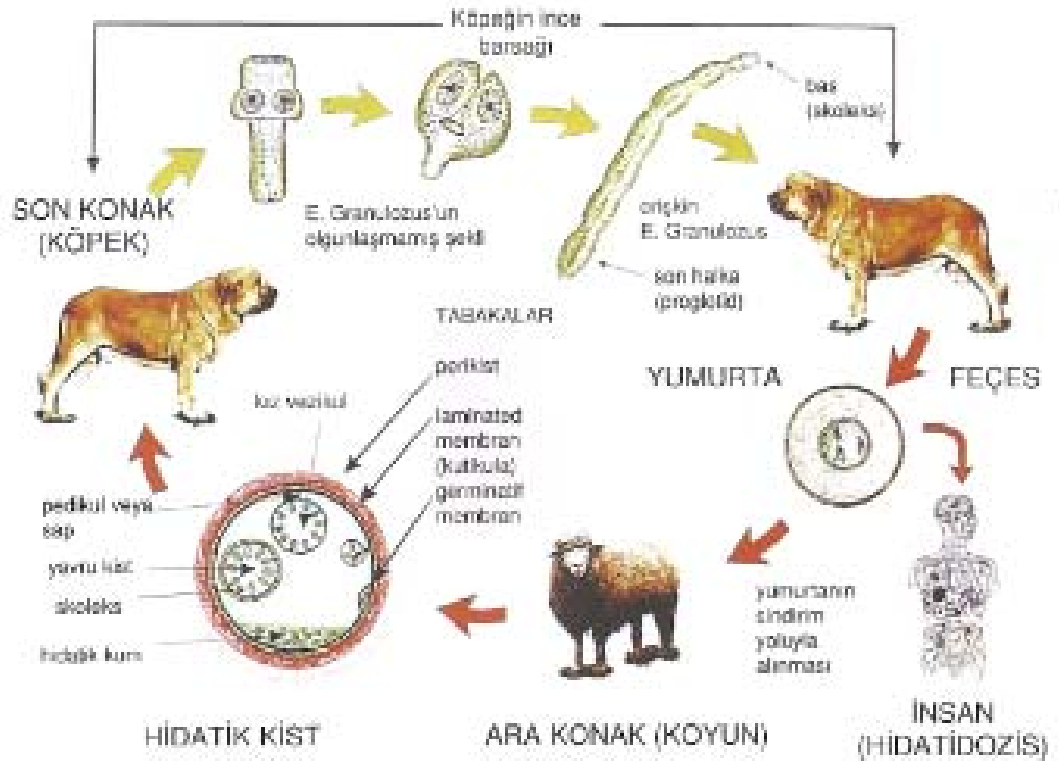
Şekil 1. Erişkin Ekinokokkus granulozus (15).

Ekinokokkus türleri yaşam döngülerini tamamlayabilmek için iki memeli konağa ihtiyaç duyarlar. E.granulozus'un son konağı köpek ve köpekgiller, ara konağı ise koyun, sığır gibi otçul hayvanlar ve ayrıca insanlardır. Bu sestod kedide olgunlaşmamaktadır (16).

Ara konak olabilen bir çok memeli türüne enfeksiyon yumurtaların ağız yoluyla alınmasıyla geçer. Yumurtalar şeritten koparak ayrılan halkayla veya halkanın daha barsakta iken parçalanmasıyla köpek vücudundan dışarı çıkar. Bu embriyonlu

yumurtaları alan ara konakların mide ve ince barsaklarındaki enzimlerin etkisi ile açılarak embriyon serbest hale geçer (12, 14).

Safra, ince barsak duvarına tutunan onkosferin etkinlik kazanmasına yardım eder. Daha sonra çengellerin hareketi ile embriyon sindirim sisteminin duvarını delerek kan damarları yoluyla karaciğere taşınırlar. Bir kısmı burada kalırken diğerleri akciğerlere burada da tutunamayanlar ise böbreklere, dalağa, kaslara, beyine veya diğer organlara gidebilirler (12). Arakonakçı içinde yumurtadan çıkan “embriyo yada onkosfer yerleştiği organ üzerinde skoleksini kaybeder ve bir torba haline geçerek büyümeye başlar. Büyüme çok yavaş olup 40 günde 1 mm civarındadır (şekil 2) (12, 14).



Şekil 2. E.Granulozus'un yaşam siklusunu (17).

E.granulozus'un ara konakta oluşan larva (metasestod) evresi içi saydam ve steril bir sıvı ile dolu olan tek boşluklu kapalı bir kese biçimindedir. İçte parazitin oluşturduğu çimlenme (germinatif) zarı ve kütikül katı, dışta ise konak dokularının oluşturdukları fibröz bağ doku katı bulunur (14, 16),(Şekil 3).

2.1.1. Hidatik Kist' in Yapıları

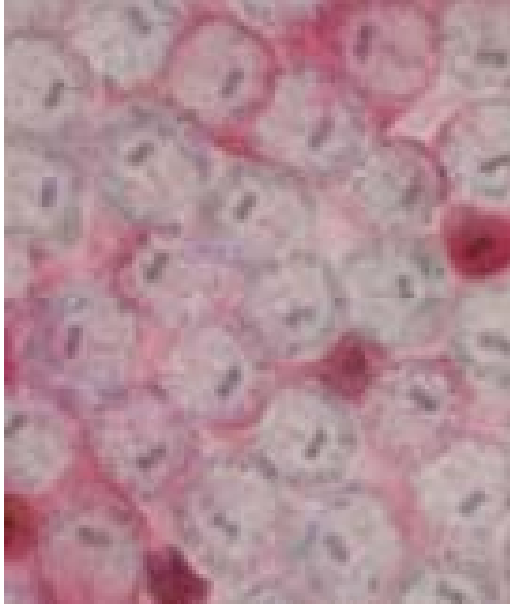
a) Kütikül Katı: Çimlenme zarının ürünüdür. Çeperi esnek yapıda olup kitin ve mukopolisakkaridden yapılmıştır. Bu örtü koruyucudur fakat besinlerin geçmesini, atıkların dışarı atılmasını önlemez. (14, 16)

b) Çimlenme zarı (Germinatif Kat) : Kütikül katının iç yaprağının üzerinde ince bir zardır. Kesenin iç yüzünü örter. İnce taneli çekirdekli ve glikojenli özel bir embriyon dokusudur. Bu zarın tomurcuklanmasıyla çimlenme kapsülleri meydana gelir. Parenkima zarının çevirdiği boşlukta kistin sıvısı bulunur (14, 16).

c) Çimlenme Tomurcukları: Bu tomurcukların çeperi çimlenme zarından yapılmıştır. İçlerinde skoleksler oluşur. Sayıları 10-120 arasındadır (14, 16).

d) Yavru keseler: Çimlenme zarı bazen içeriye doğru kabarır ve iç yavru kesecikleri (endojen vezikülleri) oluşturur. Bunlar ana kistin içinde bulunur ve bir sap ile çimlenme zarına bağlı olabilirler veya bundan koparak sıvıda yüzerler. Çimlenme ile içlerinde skoleksler oluşabilir (fertil) veya oluşmaz (steril). Kapsüller ve skoleksler hidatik sıvıda çökerek birikirler. Buna hidatik kum denir. Eğer çimlenme zarı dışa doğru kabarırsa dış yavru keseler oluşur (ekzojen veziküller). Kütikülün tabakaları arasındaki çimlenme zarı odacıklarından doğarak yavaş yavaş büyürler. Dış yavru keseler insanda nadir, hayvanlarda sık görünürler. İnsanda karın boşluğunun sekonder kistlerinde ve kemik kistlerinde dış yavru keseler görülebilir. Embriyonal skoleksler ovalimsi yapıdadırlar. Ortasında 4 çekmen ile iki sıra dizilmiş 34-40 tane çengel vardır. Bu embriyonal skolekslere protoskoleks denir (şekil 4) (12, 14, 16).

e) Hidatik sıvı : Renksiz, kokusuz ve yüksek oranda antijenik özelliktedir. Hidatik sıvıya kaya suyu da denilmekte olup pH'sı 7,2 -7,4 olup hafif baziktir. Hidatik kist sıvısı, parazitin oluşturduğu steril ve antijenik bir sıvıdır. E.granulozus'un erişkinleri insan vücudunda yerleşemez. Bu sestodun larva şeklinin insan vücuduna yerleşerek gelişmesiyle ekinokok kisti veya Hidatidoz oluşur (12, 14, 16).



Şekil 3. Protoskoleks (18).

2.2. Hidatidozis' e yol açan diğer ekinokok türleri

2.2.1. Ekinokokkus Multilokularis

Morfolojik olarak *E.granulosus*'a benzemekle birlikte aralarında bazı ayrılıklar da vardır. Boyu 1,2-3,7 mm olup halka sayısı 3-5 arası arasında değişir. Gebe halka vücudun yarısından kısadır. Bu parazitin arakonakları mikrotin kemirgenleridir ve bunlardan en önemlileri Avrupa'da tarla fareleridir. Bu parazitin erişkinleri başta tilki olmak üzere kedi, köpek, kurt gibi hayvanların barsaklarında, larvaları ise "microtin" cinsi kemirgen ve böcek yiyicilerin iç organlarında gelişmektedir. İnsan bu parazit için anormal bir arakonaktır. Dünyada genellikle İskandinav ülkeleri, Orta Avrupa, Alaska ve Japonya'da rastlanır. Ülkemizde de nadirde olsa rastlanılmıştır (12,14). Parazitin evrimi aynı *E.granulosus* gibidir. Son konağın (tilkinin) dışkısı ile dışarı atılan yumurtalar veya halkaların parçalanmasıyla serbest kalan yumurtalar, bunları yutan farelerin vücudunda özellikle de karaciğerlerinde alveolar kist meydana getirirler. Enfeksiyon zinciri tilkilerin tekrar bu kemirgenleri yiyerek enfekte olması ile tamamlanır. Parazit son konakçı (köpek,tilki gibi) barsağında iki ay içinde erişkin halini

alır. Hastalık insanlara ise av esnasında veya bulaşıcı toprakların, ekinlerin ellenmesi ile geçmektedir (12,14)

İnsanda E.Multilokülaris'in larva şeklinin bulunmasından ileri gelen hastalık petekli ekinokok kisti adını almaktadır. Petekli ekinokok kisti en sık karaciğerin sağ lobunda bulunur. Fakat karaciğer, periton, beyin, böbrek ve dalakta da bulunabilir. E.multilokülaris larvası beyinde, böbrekte, akciğerde metastazlar yapabilir.

E.granulozus'un teşhisi için kullanılan serolojik yöntemlerin çoğu bu enfeksiyonda da olumlu sonuç vermektedir. Medikal tedavi yönünden de fark yoktur (12,14).

2.2.2. Ekinokokkus Vogeli

Nadiren insanda enfeksiyona sebep olan bir parazittir. Son konak köpek, ara konaklar ise yabani kemirgenlerdir. En çok yerleşim yeri karaciğerdir. Bu parazit polikistik yapıda Hidatidoz oluşturur. Nadiren akciğer ve diğer organları da tutabilir (12,14).

2.2.3. Ekinokokkus Oligarthus

Daha çok Güney Amerika kıtasında görülen bu parazitin insanda enfeksiyonu bildirilmemiştir. Ara konakçısı kemirgenler, son konakçısı ise kedigillerdir. Kistler daha çok adale ve cilt altına yerleşir (12,14).

2.3.Epidemiyoloji

Hidatidoz dünyanın birçok ülkesinde özellikle koyun ve sığır yetiştiren ülkelerde yaygın olan ve insan toplulukları için önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturan bir parazitozdur (19, 20). Epidemiyolojik değerlendirmeler yapmaktaki amaç, bir hastalığın oluş şeklini ve etiyolojisini aydınlatmak ve bu bilgilerden yararlanarak hastalıklardan

korunma yollarını geliştirmektedir. Hastalığın epidemiyolojik yönden incelenmesinde şu özellikler önemlidir;

a) Yaş: Hidatidoz her yaşta görülebilmekle birlikte esas olarak erişkin yaş grubunun hastalığı olarak bilinmektedir. Türkiye’de yapılan bir taramada kist Hidatidozluların yaşları 3 ile 70 arasında değişmekle birlikte vakaların çoğunun 20-44 yaşları arasında olduğu saptanmıştır (19, 21).

b) Cinsiyet: Hidatidoz hem erkek hem de kadında görülebilen bir hastalıktır.

Bununla beraber karaciğer Hidatidozu kadınlarda, akciğer Hidatidozu ise erkeklerde daha sık görölmektedir (19).

Dünyada Hidatidoz çobanlık, avcılık ve çiftçilikle uğraşan erkeklerde daha yüksek oranda görölmesine rağmen, ölkemizde kadınlarda daha yüksek oranda saptanmıştır. Bunun nedeni ölkemizde kadınlarında kesin konaklarla sık karşılaşılabilen çiftçilik ve hayvancılık gibi mesleklerde çalışmalarına bağlanmıştır (22).

c) Meslek: Hidatidoz hayvanların ve insanların ortak hastalığı olduğu için ve hastalığın kaynağı hayvanlar olduğu için hayvancılıkla ilgili işlerde çalışanlarda daha sık görölmektedir.

d) Eğitim, sosyoekonomik düzey: Kist hidatik hastalığı daha çok düşük sosyo ekonomik düzeydeki ve eğitimi az olan toplumlarda görölmektedir. Bu özellik kişilerin meslekleri ile ilgili olabileceği gibi, hastalığa karşı koruyucu önlemlerin yeterince alınmaması sonucu da olabilir (19, 23).

2.3.1.Türkiye’deki Prevalans

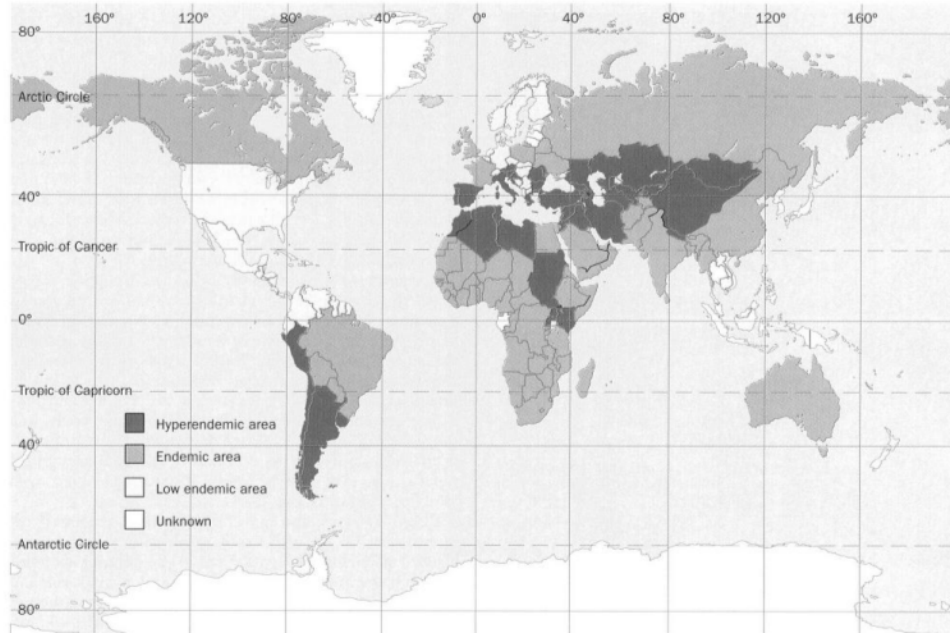
Hidatik kist hastalığı prevelansı Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde farklılıklar göstermektedir. Bu durum kırsal-kentsel dağılımın farklılığından kaynaklanmaktadır. Kırsal bölgedeki mevcut çevre koşulları parazitin yaşam döngüsünü tamamlayıcı özelliklere sahip olduğu için bu bölgelerdeki hastalığın yaygınlığı daha fazladır.

Türkiye’de 2001-2005 yılları arasında toplam 14789 KE olgusu saptanmıştır. Bölgelere göre bu oran incelendiğinde Marmara bölgesinde 2534 (%13,13), Ege bölgesinde 2114 (%16,94), Akdeniz bölgesinde 2578 (%16,09), İç Anadolu bölgesinde

5404 (%38,57), Karadeniz bölgesinde 428 (%5,70), Doğu Anadolu bölgesinde 844 (%6,80), Güneydoğu Anadolu bölgesinde 887 (%2,75) olmak üzere toplam 14789 KE olgusu saptanmıştır. Olgular ETF nüfusuna oranlandığında Türkiye’de; 1/15.850 (olgu/nüfus) ($\approx 6,30/100.000$) olduğu görülmektedir (24).

2.3.2.Dünyadaki Prevalans

Kistik ekinokokkoz en önemli helminto-zoonoz enfeksiyonlardan birisi olarak bilinmektedir ve gelişmekte olan ülkelerde hem hayvanlarda hem de insanlarda sağlığı tehdit eden ve önemli ekonomik kayıplara sebep olan bir hastalık olarak bilinmektedir. Hastalık dünyada bölgelere göre farklı prevalansa sahip olmakla birlikte, özellikle sahihsiz köpek yoğunluğunun fazla olduğu ve/veya hayvancılıkla uğraşan Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Afrika, Orta ve Güney Amerika ve Asya’nın tamamını içeren geniş bir coğrafyada daha fazla görülmektedir (24).



Şekil4. Kistik Ekinokokkozis’in dünya üzerindeki dağılımı (25).

2.4.E. Granulozus'un Bulaşma Yolları

E. granulozus'ta köpek son konaktır. Son konakta erişkin şerit sayısı fazladır. Her gün bir şerit halkası dışkı ile atılmakta olup, her halkanın 400-1000 yumurta içerdiği kabul edilmektedir. Yumurtalar nemli ortamda 1 yıl kadar canlı kalmaktadır. Yumurtalar ara konakta geliştiklerinde kist sayısı ve kistlerdeki protoskoleks sayısı fazladır. Bu ise son konakta parazit sayısının fazla olmasını sağlar (12, 26, 27). Çevre koşulları da bulaşma sıklığını belirler. Yörelere ve ülkeler arasında kontrolsüz hayvan hareketlerinin enfeksiyonu yaymada önemli rolü vardır. Mezbahalarda, hayvan kesimlerinin koşullara uygun olması ve sakatatların kapıda bekleyen köpeklere atılmaması gerekmektedir. Evlerin bahçelerinde kesilen kurbanlarda da bu durum aynıdır. Bunun için derin çukurlar açılmalıdır (12, 27,28).

E. granulozus'un insana bulaşma yolları;

- 1) Enfekte dışkının gıda veya suya bulaşarak sindirim yoluyla alınması,
- 2) Enfekte toprak veya kumlarla çocuk bahçesinde oynayan çocukların ellerini kirleterek oral yoldan yumurtaları almaları,
- 3) Köpeklerin şeritleri dışkılamaları sonucu yumurtaların köpeğin tüyelerine bulaşması olasıdır. Enfekte köpeklerin okşanması ve ellerin yıkanmadan ağza götürülmesi bulaşmayı sağlar.
- 4) Yumurta içeren köpek dışkısının toza karışması ve bu tozlarında ağız veya solunum yoluyla bulaşmasıyla olur.
- 5) Ender de olsa ellerdeki kesik ve yaralardan köpek tarafından ısırılmış bir bölgeden bulaşım görülmektedir.
- 6) Plasenta yolu ile de hidatidoz bulaşabilmektedir (12).

2.5.Hidatik Kist Tanısı

2.5.1.Klinik Tanı

Kistik ekinokokkozun çok geniş olmayan klinik bulgu ve belirtileri vardır. Klinik tablo çok farklı olabildiği gibi her yaşta ve her oranda görülebilmektedir. İyi huylu veya ağır bir hastalık olabilir ya da kronik, subakut veya bazen acil tedavi gerektiren akut bir seyir alabilmektedir. Endemik olmayan bölgelerde çok zayıf klinik şüphe uyandırır. Bunların doğruluğu ancak görüntüleme teknikleri ve seroloji ile onaylanır. Hastanın tıbbi geçmişi incelendiğinde endemik bir bölgede yaşaması veya burayı ziyaret etmiş olması (tatil veya göç dahil) şüphe uyandırıcıdır. Ancak çok uzun olan hastalık öncesi dönem hastanın anamnezinin güvenilirliğinde bazı sınırlamalar ortaya çıkarabilmektedir. Klinik muayene tek başına yeterli değildir. Eğer bazı olgularda hepatosplenomegali ve eozinofili saptanmışsa tipik bir hastalık özelliği yoktur. Böyle hastalar genelde 30-50 yaşlarında, endemik bölgelerde yaşayan veya o bölgeden gelen nispeten genel sağlık durumu iyi olan fakat kronik abdominal ağrıları ve huzursuzluğu ya da pulmoner distresi olan kişilerdir (29, 30).

2.5.2.Tanıda Kullanılan Serolojik Yöntemler

Klinik şüphe, bir kistin varlığını onaylamak için invaziv olmayan görüntüleme tekniklerinin ve bunların sonucunu desteklemek için ise serolojik tekniklerin kullanımı gerekmektedir.Koyun ve insan kist sınırlarından, protoskoleks ekstrelerinden veya endokist omojenotlarından elde edilen çok çeşitli antijenler tanıda kullanılmaktadır. E.granulozus'da lipoprotein yapısında esas iki antijenin varlığı saptanmıştır. Birincisi antijen A diğeri ise antijen B olarak isimlendirilmiştir. Anti-E.granulozus antikorlarının

saptanması için indirekt hemaglütinasyon (IHA), indirekt immünofluoresans (IFA), lateks aglütinasyon, solid faz radioimmünoassay, immünoelektroforez, counter immünoelektroforez ve ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) gibi teknikler kullanılabilirken E.granulozus antijenlerinin tespiti için koaglütinasyon, counter-current immünoelektroforez ve ELISA kullanılmaktadır. Antikorlar cerrahi rezeksiyondan sonra bile uzun süre kalacağından aktif veya yeni enfeksiyonu araştırmak için E.granulozus antijenlerine bakılması daha doğru olur (27, 28, 31).

2.5.3.Casoni Deri Testi

İlk kez 1912 yılında Casoni tarafından kullanılan Casoni deri testinde derinin içine insan veya hayvan orijinli steril kist sıvısı verilmektedir. Antijen olarak kullanılan steril kist hidatik sıvısı yüksek azot ve protein konsantrasyonu içermektedir. Bu şekilde standardize edilmemiş antijenlerin kullanıldığı epidemiyolojik taramalarda, yüksek düzeyde pozitiflik görülmüştür. Bazı araştırmacılar kist hidatik olguların %85-95'inde Casoni testini pozitif bulduklarını bildirmişlerdir. Akciğer kistlerinde ise Casoni testi pozitifliği %50 civarındadır. Bu sebeplerden dolayı Casoni test sonuçlarının değeri düşüktür. Eğer standardize edilmiş rejanlar kullanılır ve testin yapılmasında standart yöntemler kullanılırsa Casoni testi hem tanıda hem de epidemiyolojik çalışmalarda kullanılabilir (23,32).

2.5.4.Karaciğer Hidatik Kisti Tanısında Görüntüleme Yöntemleri

Genel görüntüleme özellikleri içerisinde en önemli diagnostik bulgu; büyük, belirgin sınırlı kistik karaciğer kitlesi ile birlikte multipl sayıda periferal kistler görülmesidir. Lokalizasyon olarak, karaciğerin sağ lobunda soldan daha fazla görülür. Kistlerin boyutu değişken olmakla birlikte; ortalama 5 cm civarındadır; ancak maximum boyutu 50 cm yi geçebilir. Kistin içerisinde 15 lt den fazla sıvı bulunabilir (33).

2.5.4.1.Karaciğer Hidatid Kisti'nde Radiografik Bulgular

Akciğer hidatidozunda ve sporadik olarak herhangi bir yerdeki kalsifiye lezyonları belirlemede değerini korumaktadır.1960'larda kullanılan izotop karaciğer taraması ise yerini şimdi USG ve bilgisayarlı tomografi'ye bırakmıştır (34).

E. granülozus' da abdominal grafilerin %20-30 unda körvilinear veya halka şeklinde perikistik kalsifikasyon görülür.

E. multilokülaris' te (alveolaris) vakaların %50 sinde mikrokalsifikasyonlar görülür.

ERCP' de Hidatik Kist'in bilier ağaçla kommunikasyonu gösterilebilir. Sağ hepatic duktus %50, sol hepatic duktus %29, ana hepatic duktus %9, safrakesesi %6 ve ana safra kanalı ile %1 oranında kommunike olabilir.

2.5.4.2.Karaciğer Hidatik Kisti'nde Ultrasonografik Bulgular:

Ultrasonografik olarak hidatid kistin morfolojisi ve yapısını değişen gelişimsel evrelerine göre sınıflandıran birkaç klasifikasyon önerilmektedir (Tablo 1). Dünya genelinde en sık kullanılan Gharbi klasifikasyona göre 5 tip sonografik patern tanımlanmıştır (4, 35).

Tablo 1. Sık kullanılan kistik ekinokokkoz klasifikasyonları (4).

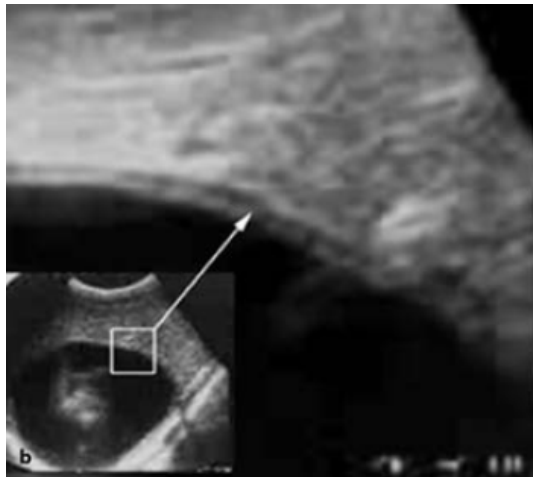
WHO	CL	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5
Gharbi	+/- I	I	III	II	IV	V
Caremani	I-a	I-a,b	II-a,b	III-a,b,IV	V-a,b	VI-a,b
Perdomoo	I	I	II	III	IV-a	V,VI
CL:Kistik lezyon, CE:Kistik Ekinokokkoz/I,II: aktif/III: transizyonel/IV,V: İnaktif						

Tablo 2. Hidatik kistler için Gharbi ve Dünya Sağlık Örgütü Ekinokokkoz Çalışma Grubu (WHO-IWGE) sınıflandırması (4).

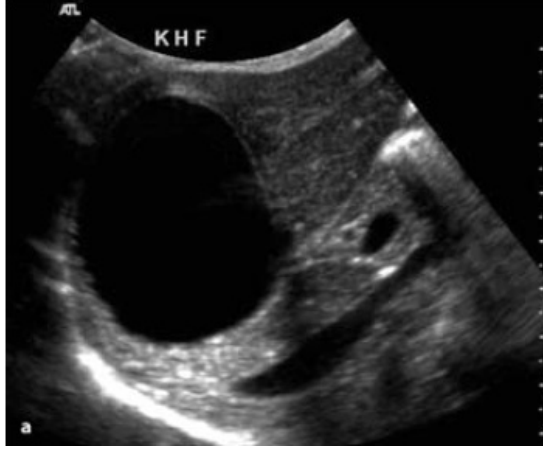
Gharbi	WHO-IWGE	Sonografik Özellikler
-	CL	Uniloküle kist, anekoik, duvar yok
Tip 1	CE 1	CL özelliklerine ilaveten; duvar+ hareketli iç ekojeniteler
Tip 2	CE 3	Ayrılmış membran (Nilüfer çiçeği görünümü)
Tip 3	CE 2	Multiveziküler, multiseptalı kist, kız kistler, bal peteği görünümü
Tip 4	CE 4	Heterojen, hipo veya hiperekoik kist, kız vezikül yoktur
Tip 5	CE 5	Duvarı kısmen veya tamamen kalsifiye olmuş kist

CL, kistik lezyon; CE, kistik ekinokokkoz.

Tip I: Saf sıvı koleksiyonu: Bu tipte posterior akustik güçlenmesi olan anekoik kist görünümü mevcuttur. Sıvı koleksiyonu halkasal şekilde belirgin sınırlı ve değişen kalınlıklıkta bir duvarla çevrilidir. Hidatik kistin önemli bir belirtisi olan lokalize kalınlaşmalar (Şekil 5) sistematik bir şekilde araştırılmalıdır. Küçük kistler ultrasonografide anekoik koleksiyonlar şeklindedir ve belirgin bir duvar formasyonu görülmeyebilir. Bazı kistler karaciğer,dalağın periferinde yerleşir ve abdominal duvar ve/veya diafram ile temas edebilir. Bu durumda paryetal konturları takip eden oval şekil alabilirler. Kistlerin boyutları 1-20 cm arasında olabilir. Kist sıvısı temiz ise monoveziküler ve nonkomplikedir (Şekil 6) (4).



Şekil 5.Tip 1 karaciğer hidatik kistin duvarında lokalize kalınlık artışının ultrasonografik görünümü (4).



Şekil 6.Tip 1 karaciğer hidatid kistinin ultrasonografik görünümü (4).

Tip II: Ayrılmış duvarlı sıvı koleksiyonu: Sıvı koleksiyonu belirgin sınırlıdır ancak sıklıkla tam bir küresel şekil yoktur. Ayrılmış membran kistin hemen kenarında veya yüzen membran şeklinde iç tarafında olabilir. Bu ayrılmış duvar görünümü hidatid kist için patognomoniktir. Duvar ayrışmasının sebebi intrakistik basıncın azalması ve membranın kopmasına bağlıdır (Şekil 7)(4).



Şekil 7.Tip2 KC HK US görünümü (4).

Tip III: Septasyonlar içeren sıvı koleksiyonu : Sıvı koleksiyonunun konturları belirgindir ancak değişik kalınlıklarda septasyonlar içerir. Kist oval veya halkasal yapıdadır. Posterior akustik güçlenme genellikle mevcuttur. Tipik vakalarda balpeteği

görünümü mevcuttur. Kist içerisinde basit veya multipl sayıda sekonder veziküller görülür. Sekonder veziküllerin görülmesi hidatid kist tanısını sağlar (4) (Şekil 8).



Şekil 8. Tip 3 KC HK US görünümü (4).

Tip IV: Heterojen Eko Paterni : Bu tip kist çembersel veya irregüler konturlu olabilir. Tip 4 hidatid kistler 3 subgruba ayrılabilir:

IV-1: Az miktarda heterojenite gösteren ve sıklıkla infekte multiloküler kist nedeniyle oluşan lezyon,

IV-2: Posterior akustik gölgelenmesi olmayan hiperekoik solid patern

IV-3: Eşit miktarda nodüler küme tarzında hipoekoik ve hiperekoik alanlar içeren patern (4) (Şekil 9).



Şekil 9. Tip 4 KC HK US görünümü (4).

Tip V: Kalsifiye/Refleksiyonlu Kalın Duvar : Oldukça hiperekojen konturlu kistin koni şeklinde akustik gölgelenmesi mevcuttur. Lezyon boyutları küçükse tüm konturları vizualize edilebilir. Tip 5 HK lerin duvarında parsiyel veya duvarı çepeçevre saran kalsifikasyon görülebilir (4) (Şekil 10).



Şekil 10.Tip 5 KC HK USG görünümü (4).

2.5.4.3.Karaciğer Hidatik Kisti'nde Bilgisayarlı Tomografi Bulguları

Kontrastsız BT' de E. Granülozus büyük uniloküler/multiloküler belirgin sınırlı hipodens kist görünümündedir. Periferal kız kistlerin dansitesi ana kistten düşüktür. Körvilineer halka benzeri kalsifikasyonlar izlenebilir. Komplet sirküferensiyel şekilde kalsifiye duvar ise genellikle inaktivite göstergesidir. Dilate intrahepatik safra kanalları kistin kompresyonu veya safra kanalı içerisine ruptüre olması nedeniyle görülür.

Kontrastsız BT' de E. multilokularis (alveolaris) düşük dansitede (14-40 HU) ekstensif, infiltratif kistik ve solid kitleler şeklinde görülür. Marjinleri düzensiz ve kötü sınırlıdır. Amorf tipte kalsifikasyon görülebilir. Primer veya sekonder tümörleri taklit edebilir.

İntravenöz Kontrastlı BT' de E. Granülozus kistin duvarı ve septasyonlarında kontrast tutulumu izlenir. E. Multilokularis' te nonkalsifiye porsiyonlarda minimal kontrast tutulumu mevcuttur (33).

2.5.4.4.Karaciğer Hidatik Kisti'nde MR Bulguları

T1A Görüntülemelerde perikist hipointens (fibröz komponent) görünümündedir. Ana kist (hidatid matrix) genellikle ara sinyal intensitesindedir. Nadiren hiperintens olur ki sıvı içeriğin redüksiyonuna bağlıdır. Kız kistler ana kiste göre düşük sinyal intensitesindedir. Yüzen membran düşük sinyal intensitesindedir. Kalsifikasyonların MR görüntülemesinde identifikasyonu zordur, T1A ve T2A kesitlerde düşük sinyal intensitesindedir.

T2A Görüntülemelerde perikist fibröz komponenti nedeniyle hipointens olarak izlenir. Kistin içeriği artmış sinyal intensitesinde görülür. Ana kistin sinyal intensitesi kız kistlerden daha fazladır.

Ağır T2A Görüntülemelerde ana ve kız kistler benzer intensitededir. Yüzen membran ise düşük-intermediate sinyal intensitesindedir.

Kontrastlı T1A görüntülemelerde E. granülozus kistin duvarı ve septasyonları kontrastlanır. E. Multilokularisin nonkalsifiye porsiyonunda minimal kontrast tutulumu görülür. Eğer varsa akciğer, plevra, perikard ve kalbe transdiafragmatik yayılım görülebilir.

MRCP ile bilier ağaca kommunikasyon varlığı gösterilebilir (33).

2.6. Karaciğer Hidatik Kisti'nin Ayırıcı Tanısı

Bilier kistadenokarsinom nadir, multiseptalı, su dansitesinde kistik kitledir. Çevresinde inflamatuvar değişiklikler bulunmaz.

Kompleks piyojenik apseler "üzüm salkımı" olarak bilinen birleşen kompleks kistik lezyonlar şeklinde görülür.

Kistik metastazlar (pankreas veya overin kistadenokarsinomları); debris, mural nodül veya rim tarzında kontrast tutulumu gösterebilirler.

E. Multilocularis kliniği ve görüntüleme bulguları malign neoplazmları taklit edebilir. Hemorajik veya infekte kistler kompleks heterojen kistik kitle şeklindedir. Septasyonlar, sıvı seviyelenmesi ve mural nodül içerebilirler. Kalsifikasyon olabilir ancak kalsifikasyonsuz infekte kistler de mevcuttur (33).

2.7. Karaciğer Hidatik Kisti'nin Tedavi Yöntemleri

Karaciğer hidatik kistlerinin geleneksel tedavisi cerrahidir. Ancak cerrahi sonuçlar yüksek oranda mortalite, morbidite, postoperatif rekürrens ve uzun hastanede kalış süresi nedeniyle alternatif tedavi arayışlarını hızlandırmıştır. PAİR adı verilen girişimsel teknikle tedavi HK olgularında yeni bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. (P:puncture yani kistin delinmesi, A:kist içeriğinin aspirasyonu, İ: skolisid ajanların injeksiyonu, R: reaspirasyon).

Uzun vadeli sonuçları itibariyle karaciğer hidatik kistlerinde PAİR etkin ve güvenilir bir yöntem olup, seçilmiş vakalarda cerrahiye alternatif olarak ilk başvurulması gereken bir tedavi yöntemidir (5).

Karaciğer hidatik kistlerinin perkütan tedaviye uygunluğunun değerlendirilmesindeki ana kriter, özellikle ultrasonografi bulguları olmak üzere, görüntüleme yöntemlerindeki morfolojik yapılarıdır. Karaciğer hidatik kistlerinin farklı görüntülerinin sınıflandırılması ultrasonografi bulgularına göre yapılmıştır.

Genel kabul gören yaklaşım Gharbi sınıflamasına göre tip I ve tip II 'nin perkütan tedaviye en uygun tipler olduğudur. Bazı araştırmacılar tip III' ün perkütan tedaviye uygun olmadığını düşünmektedir. Tip IV hidatik kistlerinin perkütan yolla tedavi edilmesinin uygun olacağını bildiren yayınlar mevcuttur. Sıvı komponenti az olan ya da olmayan tip IV hidatik kistlerin takip edilmeleri önerilmektedir. Tip V tamamen kalsifiye oldukları için hiç bir tedavi yaklaşımının endikasyonu yoktur (5, 36, 37, 38, 39, 40). Kistlerin büyüklüğü sayısı ve karaciğer içerisindeki lokalizasyonları perkütan tedavi açısından kontrendikasyon oluşturmaz (41).

3.MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MRG)

3.1.Fizik prensipler

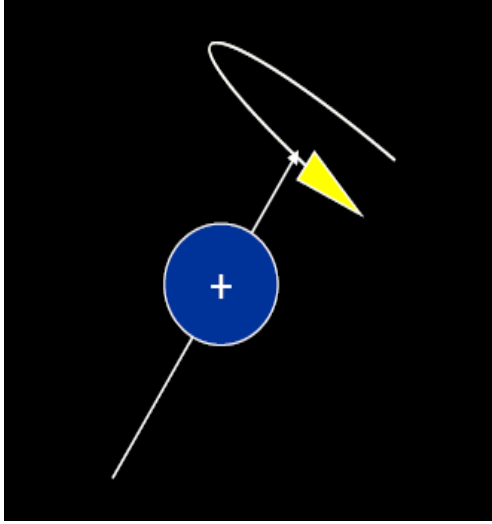
Manyetik rezonans görüntüleme, radyofrekans (RF) adı verilen radyo dalgalarının, manyetik bir alandaki vücuda gönderilmesi ve bunun sonucunda vücuttan yayılan sinyallerin toplanıp görüntüye dönüştürülmesi temeline dayanan bir görüntüleme yöntemidir. Manyetik rezonans olayı ilk defa 1946 yılında birbirinden ayrı olarak çalışan Bloch ve Purcell isimli bilim adamları tarafından tanımlanmış ve bu buluş araştırmacılara fizik dalında 1951 yılı Nobel ödülünü kazandırmıştır. Keşfinden bu yana laboratuvar yöntemi olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Bununla birlikte manyetik rezonansın bir görüntüleme yöntemi olarak ilk defa 1973 yılında Paul Lauterbur tarafından uygulandığı kabul edilir. Nitekim 2003 yılı Nobel Tıp ödülü, bu alandaki çalışmalarından dolayı Paul Lauterbur ve Sir Peter Mansfield'e verilmiştir (42, 43).

MRG' de iki türlü manyetizmadan bahsedebiliriz. Birincisi protonların oluşturduğu mikroskobik düzeyde manyetizma (nükleer manyetizma), diğeri ise cihaz üzerinde bulunan bir elektromıknatis tarafından oluşturulan ve gücü Tesla ile ifade edilen güçlü bir dışsal (eksternal) manyetizmadır.

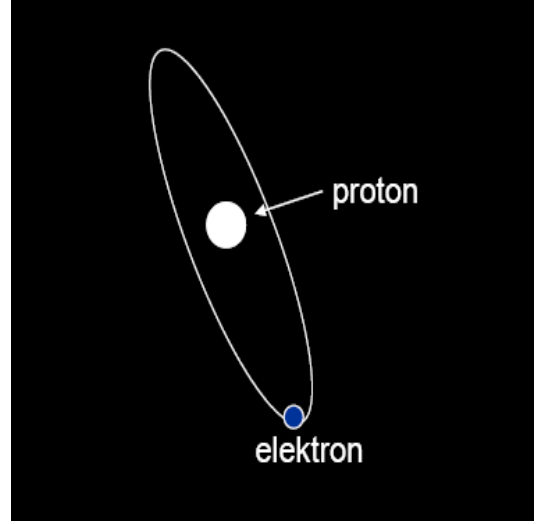
Atomların çekirdeklerinde proton ve nötron adı verilen nükleonlar bulunur. Nükleonlar kendi etrafında devamlı olarak spin hareketi denilen dönüşler yaparlar (Şekil 11). Spin hareketi nükleonun çevresinde bir manyetik alan meydana getirir.

Normalde nükleonlar birbirinin etkisini ortadan kaldıracak şekilde dizilmişlerdir. Bu nedenle çift sayılı proton ve nötronları olan çekirdeklerde bir manyetik moment yoktur. Buna karşılık tek sayıda proton, tek sayıda nötron veya her ikisinin de tek sayıda olduğu çekirdeklerde manyetik dipol momentleri vardır ve bu nedenle bu tür çekirdeklerde manyetik rezonans olasıdır. Biyolojik yapılarda, bu özelliğe sahip atomlar Hidrojen-1, Karbon-13, Sodyum-23 ve Fosfor-31'dir (42). MRG amaçlı yaygın olarak kullanılan

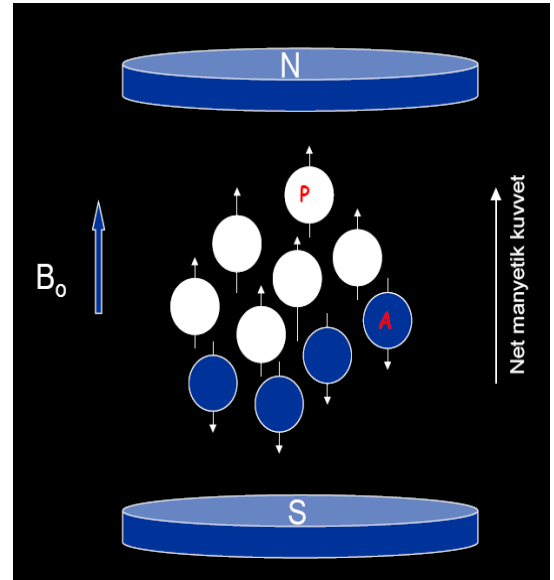
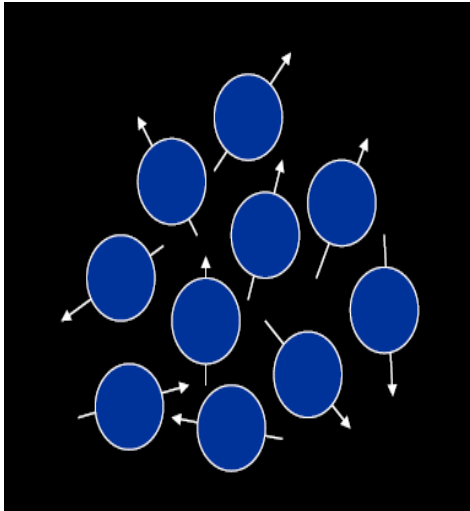
yapı ise hem yüksek manyetik alan oluşturma yeteneği hem de insan vücudunda çok bulunması nedeni ile bir protonu bulunan hidrojen izotopudur. Vücutta hemen her dokuda bol olarak bulunan su ve yağ moleküllerinin yapısında yer alır. Hidrojen atomu bir elektron ve bir protondan oluşur (Şekil 12).



Şekil 11: Spin hareketi



Şekil 12: Hidrojen atomunun yapısı



Şekil 13: Spin eksenleri: İnsan vücudunda rastgele olan spin eksenleri, manyetik alan içerisine alındığında, manyetik alan yönüne paralel ve antiparalel dizilirler.

İnsan vücudunda protonların spin eksenleri her yöne rastgele ve dağınıktır. Dolayısı ile bir araya gelip bir momentler toplamı şeklinde kuvvet oluşturamazlar. Güçlü bir manyetik alana girdiklerinde ise manyetik alanın yönüne paralel ve antiparalel olarak dizilirler. Ancak paralel dizilenler anti paralel dizilenlerden daha fazladır. Böylece net bir manyetik kuvvet oluşur (43, 44). Buna longitudinal manyetizasyon denir (Şekil 13).

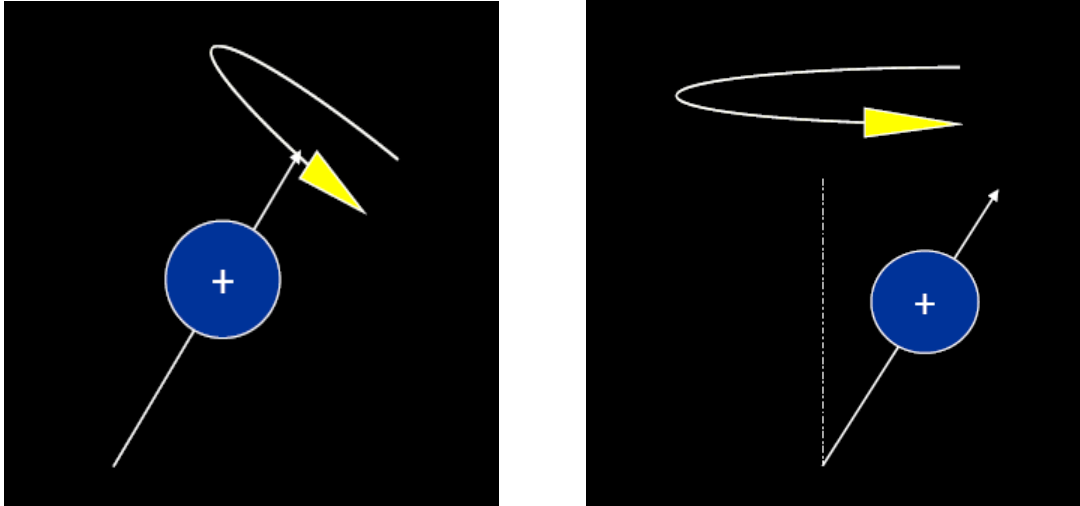
Protonların yaptığı İkinci hareket türü ise salınım (precession) hareketidir (Şekil 14). Salınım hareketi bir dış manyetik alan eksenini etrafında yapılan dönme hareketidir. Salınım olayı güçlü bir manyetik alanda ortaya çıkar; spin hareketi ise her zaman vardır. Salınım hareketi rezonans olayında ve görüntü oluşumu için kullanılan puls sekanslarında oldukça önemlidir. Salınım hareketinin frekansı Larmour denklemi ile hesaplanır.

$$\omega = \gamma \cdot B_0$$

ω = Presesyonel frekans (MHz)

γ = Sabite ("gyromagnetik" katsayı, Hidrojen için 42.6 MHz/Tesla)

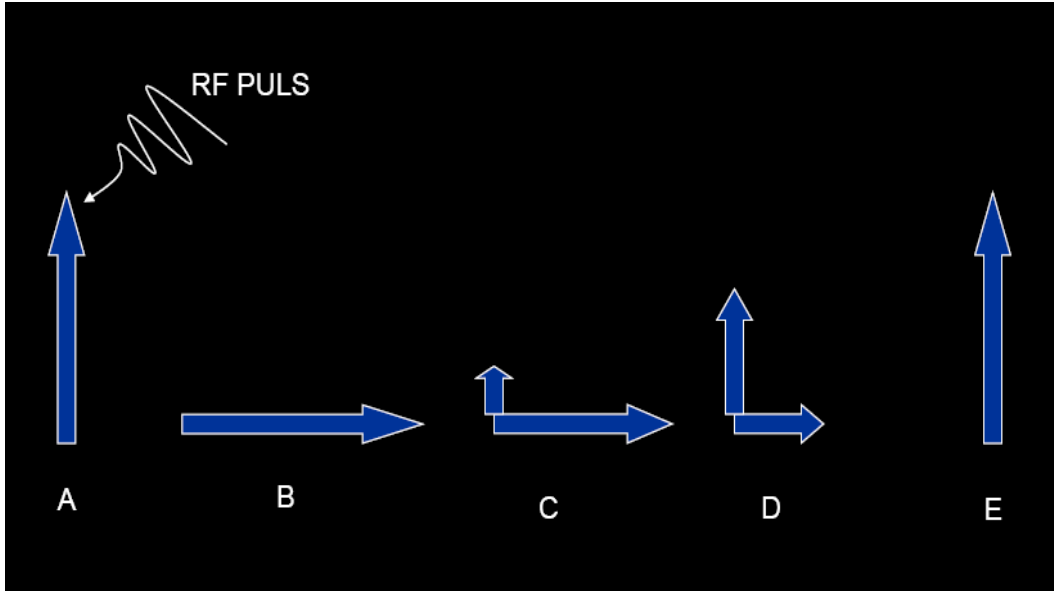
B_0 = Manyetik alanın gücü (42).



Şekil 14: Nükleonların spin ve salınım (precession) hareketleri

Manyetik alan içerisindeki uyarılmamış protonlar longitudinal manyetizasyon gösterirler. Ancak bu durumda protondan sinyal alınmaz. Sinyal alınabilmesi için protonların 90 derecelik RF pulsu ile uyarılmaları gereklidir. Böylece protonlar paralel konumlarından saparak 90 derece açı yapacak konuma gelirler. Protonların bu yeni konumuna transvers manyetizasyon, protonların RF pulsu ile uyarılması işlemine ise rezonans adı verilir. Rezonans işlemi için verilen RF pulsu uyarılacak protonların salınım frekansı ile aynı frekansta olmak zorundadır. Uyarılma sonucu protonlar arasında faz uyumu (in faz) oluşmuş durumdadır. RF pulsu kesildikten hemen sonra ise protonlar arası etkileşimler sonucu faz birlikteliği bozulur ve faz kaybı (out of faz) oluşur.

Dışarıdan verilen radyo frekans dalgası sonlandırıldığında uyarılmış protonlar yeniden düşük enerjili başlangıç konumlarına dönerler. Buna longitudinal (T1) relaksasyon denir (Şekil 15). Bu hareket dışarıdan algılanabilmekte ve dönüş süresi de ölçülebilmektedir. Dokuların başlangıçtaki longitudinal kuvvetlerinin %63 ünü kazanmaları için geçen süreye o dokunun T1 relaksasyon süresi denir. Bu süre ana manyetik alanın gücü ve dokuların içyapı özelliklerine göre değişir.



Şekil 15: Transvers ve longitudinal manyetizasyon ve relaksasyon.

Sisteme verilen enerji (RF) sonlandırıldığında longitudinal relaksasyon yanı sıra transvers relaksasyon (T2 relaksasyon) diye adlandırılan başka bir enerji değişimi oluşur. Transvers relaksasyon oluşan transvers manyetizasyonun kaybıdır. T2 relaksasyon T1 relaksasyondan daha hızlı olur ve T2 relaksasyon süreleri cihazın manyetik alan gücünden bağımsız kabul edilir. T2 süresi iç ve dış manyetik alan inhomojenitelerinden etkilenir.

Alıcı sargılar tarafından algılanan sinyaller alternatif akıma ve sonra da bilgisayar yardımıyla görüntüye dönüştürülür (43, 44).

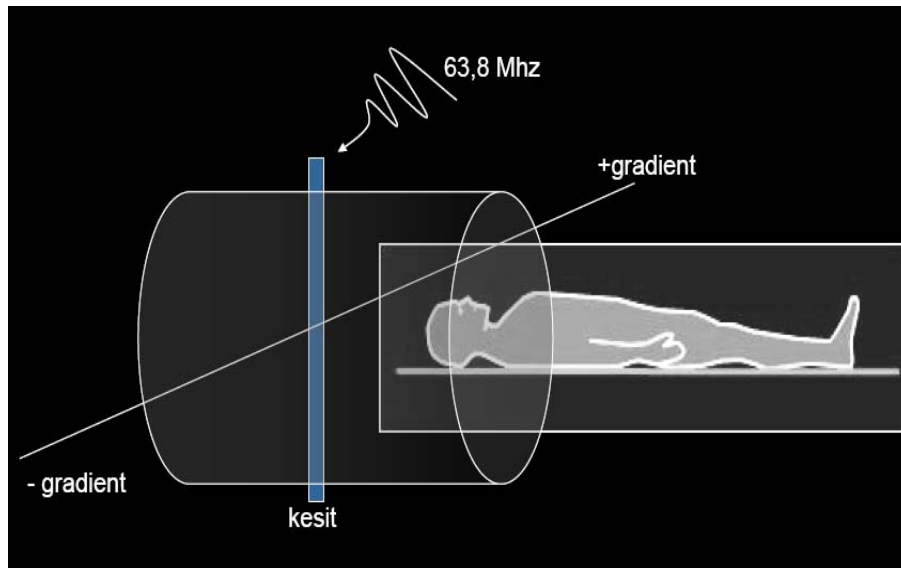
3.2.MRG' de Görüntü Oluşumu

MRG' de dokuların farklı relaksasyon süreleri göstermeleri görüntüleme için yeterli temeli sağlamaktadır. Görüntü oluşumu sürecindeki diğer temel özellikler:

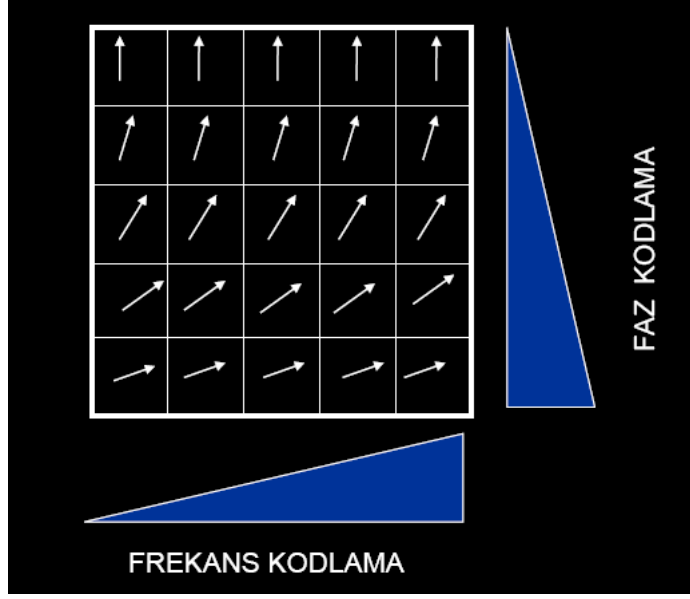
Sinyal toplama ve koiller (sargılar): Manyetik alandaki dokular arasında relaksasyon sürelerinde farklılıklar oluşur. Bu farklılıkların görüntüleme için algılanması gerekmektedir. Bu süreçlerde manyetik alandaki değişiklikler bir elektriksel akım oluşturur. Bu akımlar bir anten ile kaydedilir. Koiller bu amaçla tasarlanmış, anten görevi gören yapılardır. MRG cihazı içinde yerleşik bulunan vücut sargısı bu amaçla kullanıldığı gibi yüzeysel, fleksiblv gibi sargı çeşitleri daha çok sinyal toplama amaçlı kullanılırlar. Bu sargı tipleri farklı özellikler göstermektedirler.

Kesit belirleme, sinyal kodlama ve gradientler: Sargılar, açığa çıkan sinyalleri bir bütün olarak toplarlar. Toplanan sinyallerin kesit bilgileri taşınması yani vücudun hangi bölümünden geldiğinin saptanması gereklidir. Bunu sağlamak için cihazın çevresinde x, y ve z eksenlerinde istediği kesitte etki edecek biçimde yerleştirilmiş gradientler kullanılır. Bu gradientler küçük manyetik alan farklılıkları oluşturacak şekilde düzenlenmişlerdir. Böylece alınacak kesit dışındaki tüm protonlara ana manyetik alana ek olarak ya da azaltılarak manyetik alan uygulanır. Bu durumda alınacak kesit dışındaki tüm protonlar farklı manyetik alana maruz kalacağı için Larmor eşitliği nedeni ile farklı salınım frekansı gösterecek ve verilen radyo dalgalarından etkilenmeyecektir (Şekil 16).

Dokudan alınacak kesit belirlendikten sonra bu kesitteki protonlardan gelecek sinyallerin ayrıştırılarak görüntüdeki doğru yerlerine konulması için salınım frekansları ve fazlarında gradientler aracılığı ile küçük farklılıklar oluşturularak kodlanır. Böylece gelen toplu sinyaldeki frekans ve faz farklılıkları ile her nokta şifrelenmiş olur (Şekil 17). Yani her anatomik noktadan gelen sinyaller faz ve frekansı bakımından diğerlerinden farklı özelliklere sahip olur. Bu sinyallerin deşifre edilmesi gerekmektedir. Bu deşifrenin yapıldığı matematiksel işleme Fourier dönüşüm denir (43).



Şekil 16: Gradient uygulama: Gradientler yardımı ile dış manyetik alanda küçük artırma ve azaltmalar yapılarak kesitsel veri alınması sağlanır.



Şekil 17: Faz ve frekans kodlama

K alanı: Dokulardan gelen MR sinyallerinin Fourier transformasyondan sonra uzaysal frekanslarına göre kodlanarak yerleştirildiği yerdir. K alanı bir kavramdır ve görüntüsü asıl MR görüntüsünden farklıdır. K alanında, y ekseninde faz kodlama, x ekseninde ise frekans kodlama gradiyentlerinden alınan sinyallerin frekanslarına göre yerleri belirlenir. Merkezde toplananlar düşük uzaysal frekanslı sinyallerdir ve kontrast rezolüsyonundan sorumludurlar.

Çevrede toplananlar ise yüksek frekanslıdır ve geometrik rezolüsyondan sorumludurlar. Ayrıca görüntünün her noktasına K-alanının tüm noktaları etki etmektedir. Faz kodlama gradiyentlerinin sayısı ya da aralıklarının arttırılması ile K-alanı büyütülebilir. Bu da görüntünün geometrik rezolüsyonunu arttırır (43).

3.2.1.Frekans kodlama ve faz kodlama gradientleri

Frekans kodlama gradiyenti, kesit belirleme gradiyentine dik, kesite paralel konumda olup, ilgili kesitte kesite paralel sinyalin hangi vokselden geldiğini belirler. Kesit içinde farklı gradiyentler oluşmasını sağlar. Ancak sıraların belirlenmesi ve

matriksin oluşturulması için sinyalin hangi sıralardan kaynaklandığının da bilinmesi gereklidir. Bunun için üçüncü bir boyut olarak kesit belirleme ve frekans kodlama gradiyentlerine dik başka bir gradiyent uygulanır ki buna da faz kodlama gradiyenti denir (43).

3.2.2.Hızlı görüntüleme teknikleri

Half - Fouriertransformasyon: Faz kodlama doğrultusunda, sinyallerin yarısından biraz fazlasının toplandığı, geri kalanının ise bilgisayar tarafından tamamlanması ile görüntünün oluşturulduğu bir tekniktir. Tetkik süresi kısalmış ancak sinyal / gürültü oranı azaldığı için rezolüsyon olumsuz etkilenir.

Rektangüler FOV: K-alanının boyutlarında küçülme olmadan, faz gradiyentlerinin gücü sabit tutulurken çizgi aralıkları arttırılıp, çizgi sayısı azaltılır. Rezolüsyon kaybı olmaz. FOV y ekseninde yarıya inmiş olur (43).

3.2.3.MRG'de kullanılan inceleme sekansları

1) Saturation Recovery, Partial Saturation: Sadece 90° puls uygulamasının ardından FID sinyallerinin toplanması ile karakterizedir. TR (time repetition) süresine bağlı olarak görüntüler, T1 ya da proton dansite özelliği kazanır. TR uzun iken yani pulslar arası süre arttığında protonların saturasyonu için yeterli süre tanınmış olduğundan, görüntüler proton dansite ağırlıklıdır (saturation recovery). TR kısa iken görüntüler partial saturation tekniği ile T1 ağırlıklı elde edilir.

2) Spin Eko (SE) Sekansı: En yaygın kullanılan sekanstır. Önce transvers manyetizasyon sağlamak için 90° RF pulsı uygulanır. 90° pulslar arası süre TR (time repetition) iken, 90° pulstan maksimum eko sinyali alana kadar geçen süre TE (time echo) olarak adlandırılır. TE değerinin yarısı kadar beklendikten sonra 180° lik ikinci

bir puls uygulanır. TE süresi sonunda oluşan eko sinyali toplanır. Bu işlem TR zamanı kadar sonra tekrarlanır. Faz kodlama yönünde her bir sıra için bu işlem tekrar uygulanır.

TR ve TE değerleri değiştirilerek görüntülerin T1, T2 ve proton ağırlığı kontrol edilebilmektedir. TR değeri görüntünün T1 ağırlığından sorumludur. TR düşük tutulduğunda ancak T1 relaksasyonu hızlı olan dokular maksimum longitudinal manyetizasyona ulaşacakları için, dokuların anatomik detayı fazla ve görüntü T1 ağırlıklı olacaktır. TR uzadıkça görüntü proton yoğunluğuna göre sinyal artışı gösterecek ve proton dansite ağırlıklı görüntüler elde edilmiş olacaktır. TE değeri ise görüntünün T2 ağırlığından sorumludur ve doku karakterizasyonu açısından önemlidir. TE süresi uzadıkça çok daha fazla doku longitudinal manyetizasyonunu tamamlayacağı için sinyal / gürültü oranı azalacak ve anatomik detay da azalmış olacaktır (43).

T1 ağırlıklı görüntülerde TR kısa (700 ms'nin altında), TE kısa (30 ms'nin altında) tutulur. Yağ dokuları hiperintens, BOS hipointens görülür. Kontrast madde tutan dokular hiperintensdir. Subakut kanama iyi görüntülenir. Anatomik detay maksimumdur.

Proton dansite görüntülerde TR uzun (2000 ms'nin üzerinde), TE kısa (30 ms'nin altında) tutulur. BOS hipointensdir. Hidrojenden zengin dokulardan daha çok sinyal elde edilir, ancak vücutta hidrojen yoğunluğu pek farklılık göstermediği için yumuşak doku kontrastı göreceli olarak düşüktür. T2 ağırlıklı görüntülerde TR uzun (2000 ms'nin üzerinde), TE uzun (70-80 ms'nin üzerinde) tutulur. BOS ve birçok patolojik lezyon hiperintens görülür. Patolojiyi saptamada duyarlıdır.

3) Inversion Recovery (IR) Sekansı: SE sekansındaki 90° puls öncesinde, 180° puls verilerek longitudinal manyetizasyonun vektörel yönü tersine çevrilir. TI (time inversion) kadar geçen süre sonra 90° puls uygulanır. Başlangıçtaki 180° pulstan sonra longitudinal manyetizasyon negatif, sıfır ya da pozitif yönde iken, sonraki 90° pulsa yakalanabilir. Sıfır iken yakalanırsa ki bu nokta her doku için farklı olup (nullpoint), o dokunun T1 değerinin %69'una eşittir; o dokudan sinyal alınmaz. Böylece TI süresi belli bir dokunun nullpoint değerine uygun seçilerek, o dokunun görüntüden silinmesi, baskılanması sağlanmış olur.

TI kısa tutularak (300 ms'nin altında) yağ dokusundan gelen sinyaller baskılanır ve yumuşak dokulardaki patolojik sinyal ortaya çıkarılmış olur (short time

inversion recovery = STIR sekansı). T1 değeri ve TR uzun tutulduğunda ise sıvı baskılanır (fluid attenuation inversion recovery = FLAIR sekansı) (44).

4) Gradyent Eko Sekansı (GE): Temel olarak MRG süresinin kısaltılmasına yönelik olarak geliştirilmiştir. 90° puls yerine daha küçük açı değerinde (flipangle = FA) RF pulsü uygulanır. 180°'lik puls yerine ise gradiyent çeviriciler konulmuştur. Sinyal yoğunluğunu ve kontrastını TR, TE ve FA değerleri belirlemektedir. FA arası mesafe TR, FA ile maksimum eko sinyali arasındaki sürede TE'yi göstermektedir. Görüntülerin T1, T2 ve proton ağırlığını FA ve TE belirler. GE sekansında, transvers manyetizasyon, manyetik alan inhomojenitelerinden etkilendiğinden, relaksasyon zamanı daima T2'den kısadır ve T2* olarak ifade edilir.

T1 ağırlıklı görüntüler elde etmek için FA 45° ve üzerinde, TE 30 msn ve altında olmalıdır. T2 ağırlıklı görüntüler elde etmek için ise FA 20° ve altında, TE 60 msn ve üzerinde tutulmalıdır. FA 20° ve altında, TE kısa tutulduğunda ise görüntüler proton dansite ağırlıklı olacaktır (44).

5) Hızlı Görüntüleme Sekansları: Konvansiyonel spin eko incelemelerdeki tetkik süresinin uzunluğu nedeniyle hareket artefaktlarının ortaya çıkması ve bu tekniğin fonksiyonel incelemelerde yetersiz kalması, hızlı ve yeni tetkiklerin geliştirilmesini gündeme getirmiştir. Sonuçta GE ve SE T2 ağırlıklı sekanslardan modifiye edilmiş uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır.

Fast Gradyent Eko: Standart GE sekansların modifikasyonu ile elde edilmekte ve iki ana grupta toplanmaktadır.

Steady State Coherent Teknikler: Sinyal oluşumunda hem longitudinal hem de transvers manyetizasyon komponentlerini kullanırlar. Bunun için de steady state (SS) etkisinden faydalanılır. Kısa TR değerleri kullanıldığında (incelenen dokunun T2 değerinden kısa), dokuda transvers relaksasyon tamamlanamaz ve ortamda longitudinal manyetizasyon ile birlikte sürekli bir halde transvers manyetizasyon da bulunur. Bu durum SS etkisi olarak bilinir ve bu sayede T2 süresi uzun yapıların daha fazla sinyal vermesi sağlanmış olur. Değişik firmaların cihazlarında farklı isimler ile adlandırılırlar. GRASS (Gradient Recalled Acquisition at Steady State), FISP (Fast Imaging with Steady State Precession), GFE (Gradient Field Echo), FFE (Fast Field Echo) bu isimlerden bazılarıdır. GE T2 ağırlıklı görüntüler elde etmek için kullanılırlar ve TR süresi genelde 50 msn civarındadır (44).

Steady State Incoherent Teknikler: Görüntü oluşumunda, ardışık RF pulsuları arasında oluşan longitudinal manyetizasyondan faydalanılır. Bu teknikte steady state gelişimi engellenerek hızlı T1 ağırlıklı GE görüntüler elde edilir. Her RF pulsundan önce baskılayıcı (spoiling) gradiyent uygulanarak rezidüel transvers manyetizasyonlar elimine edilir. FLASH (Fast Low Angle Shot), SPGR (Spoiled GRASS), CE-FFE-T1 (Contrast Enhanced Fast Field Echo with T1 weighting), GFE (Gradient Field Echo) gibi isimleri vardır.

Manyetization Prepared GE (MP-GE): Hızlı GE sekanslarda doku kontrastı düşük seviyelerde olduğu için sekans öncesinde hazırlayıcı pulsaların eklenmesi düşünülmüştür. Bu şekilde T1 ve T2 kontrastları arttırılmış olur. T1 kontrastının arttırılması için 180° non selektif hazırlayıcı puls ile doku manyetizasyonu tersine çevrilir (inversiyon). İversiyon süresi kadar sonra GE sekansı uygulanır. T2 kontrastı için ise 90/180/90° puls kombinasyonları uygulanır. Bu sekansın değişik cihazlardaki isimleri şunlardır: Turbo FLASH (turbo version of FastLowAngleShot), FGR (Fast GRASS), FS (FastScan), RS (RapidScan) (44).

Hızlı Spin Eko (FSE,TSE): Konvansiyonel SE'den temel farkı, 90°'lik RF pulsundan sonra K-alanına birden fazla faz çizgisi doldurulmasıdır. Fast Spin Eko (FSE), Turbo Spin Eko (TSE) ve Rapid Acquisition Relaxation Enhancement (RARE) adları ile tanımlanan bu teknik temelde SE sekansıdır, ancak K-alanının matematiksel analizi bakımından konvansiyonel SE sekansından farklılık gösterir. Konvansiyonel SE'de her TR süresi kadar satır taranırken faz kodlama matriksi kadar da TR tekrar edilir, böylece gerekli süre "TR x faz kodlama matriksi x NEX" olarak belirlenir. Hızlı SE'de ise Echo-Train Length (ETL = Turbo faktör) olarak isimlendirilen bir parametre vardır ve her TR süresinde K-alanında taranan satır sayısını gösterir. Bu sayı 2-32 arasında değişir.

Hızlı SE'de ETL değeri uzun tutuldukça tetkik süresi kısalmış ve T2 kontrastı artar, ancak sinyal / gürültü oranı, görüntü netliği ve kesit sayısı azalır. Diğer bir problem ise çok sayıda 180° puls uygulamasından kaynaklanan artmış RF birikimi ve manyetizasyon transfer etkisidir.

Single-Shot Fast Spin Echo (SSFSE): Esas olarak FSE ile aynıdır. Sadece birkaç 100 ms'de yeterli kalitede görüntüler elde edebilmektedir. MR-ürografi, MR kolanjiyografi, MR myelografi gibi uygulamaları bulunmaktadır.

HASTE (Half-fourier acquisition single-shot TSE): Bu teknikte ise K-alanı Half-Fourier metodu ile doldurulur. Çekim süresi daha kısadır, ancak T2 ağırlığı daha düşüktür. MR-ürografi uygulamalarında renal parankimi de göstermesi nedeniyle tercih edilmektedir (44).

Turbo Inversion Recovery: Bu sekansa bir inversiyon pulsundan sonra uygun bir TI kadar bekledikten sonra 90° eksitasyon pulsu uygulanır ve bunu 180° RF puls serisi takip eder. Hızlı STIR tekniği elde edilmiş olur. Kas-iskelet sistemi görüntülemesinde yaygın olarak kullanılır. Uzun TE ve uzun TI kullanıldığında ise BOS sinyali baskılanır ve FLAIR sekansı elde edilmiş olur (37).

Ekoplanar Görüntüleme (Echoplanar Imaging = EPI): Klinik olarak kullanışlı, en hızlı MR görüntüleme tekniğidir. Diğer tekniklerden en önemli farkı kesit görüntüsünün tek RF pulsu ile oluşturulmasıdır. Görüntüleme süresi birkaç saniye ile ifade edilebilecek düzeye inmiştir. En önemli dezavantajı ise görüntülerin geometrik rezolüsyonunun ve sinyal/gürültü oranının düşük olmasıdır. EPI'de SE ve GE teknikleri mevcuttur. SE EPI'de RF pulsundan sonra 180° pulsu ile spinler faz konumuna getirilip sinyal oluşumu sağlanır. GE-EPI ise ilk RF pulsundan sonra, gradiyent kullanılarak spinlerin tekrar odaklanıp sinyal elde edilmesi temeline dayanır. Görüntü kontrastı T2* ağırlıklıdır. Manyetik alan inhomojenitelerine duyarlıdır. Hızlı MRG tekniği olan EPI, endojen ve ekzojen kontrast maddeler verilerek gerçekleştirilen ultra hızlı çekimlerle fonksiyonel incelemelere olanak sağlamıştır. Perfüzyon ve difüzyon çalışmaları başta olmak üzere MR floroskopi ve sine kardiyak incelemeler EPI sayesinde yapılabilmektedir (44).

6) GRASE (Gradyent ve Spin Eko): Gradyent ve SE sekanslarının birleştirilmesi ile elde edilir. Refoküs işlemi uygulanmış bir SE ile refoküs işlemi uygulanmış GE'den gelen bilgilerin birleştirilmesi ile görüntüler daha az RF pulsu ile daha hızlı elde edilebilir. Dezavantajı kimyasal şifte ve manyetik suseptibiliteye daha duyarlı olmasıdır (44).

7) Manyetizasyon Transfer (MT): Görüntüleme sekansından hemen önce uygulanan geniş bantlı bir saturasyon pulsu ile, sinyale katkısı kısıtlı olan bağlı proton havuzu satüre edilir. MT etkisi ile kas ve beyin gibi solid dokulardan gelen sinyal parsiyel olarak suprese edilir. Bu teknik MR anjiyografide zemini suprese etmede ve beyinde kontrastlı T1 görüntülemeye kullanılmaktadır. Özellikle beyaz cevher gibi bağlı

protonların miktarı fazla olan dokuların sinyali baskılanarak kontrast tutan lezyonların görülebilirliği arttırılmaktadır (44).

3.3.Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme (DAG)

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG), doku su moleküllerindeki protonlarda hızlanmış yada kısıtlanmış mikroskopik difüzyon hareketlerinin ölçümü esasına dayanan fonksiyonel bir görüntüleme tekniğidir. Görüntüler kısa çekim süresinde ve kontrast maddeye gereksinim duymadan elde edilir.

Difüzyon, dokudaki su moleküllerinin kinetik enerjileri ile bağlantılı olarak rastgele hareketleri olarak ifade edilir. Çevrede sınırlayıcı bir yapı yoksa bu hareket her yöne doğru rastlantısal olarak devam eder. Bu tür difüzyona izotropik difüzyon denir. Hücre zarı gibi sınırlayıcı yapıların varlığında difüzyon yöne bağlı olmak zorundadır. Bu tür difüzyona anizotropik difüzyon adı verilir. Difüzyon MR inceleme’de kullanılan teknikler şu şekilde açıklanabilir:

-DAG (difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme): Görüntü oluşumunda difüzyonun yönü ve büyüklüğü yanı sıra, T2 sinyalinin de rol oynadığı yöntemdir. Bazı dokularda difüzyon mikroyapı dizilimleri nedeniyle belli yönlerde kısıtlanır (anizotropik difüzyon). Uygulanan gradiyente paralel liflerde difüzyon hızlı iken, buna dik olanlarda difüzyon kısıtlıdır. Genel değerlendirmelerde bu etkinin bilinmesi önemlidir.

-Trase DAG: Her yöndeki (x,y,z) difüzyon vektörlerinden elde edilen sinyallerin post proçes yöntemler ile ortak bir sinyale dönüştürülmesi esasına dayanır. Bu yöntemde yön bağımlılığı ortadan kalkmış olur. Sinyali oluşturan difüzyonun büyüklüğü ve T2 sinyalidir.

-ADC haritası (difüzyon katsayısı haritası): Eko-planar difüzyon MR da matematiksel ADC değerleri iki ana yöntemle ölçülmektedir: Birincisi, Stejskal- Tanner formülüdür, diğeri ise ADC haritası üzerinden yapılan doğrudan ölçümdür. Her ikisinde

de öncelikle istenilen bölge ve bölgelerde ROI (region of interest) ve/veya piksel lens ölçümleri alınır. ROI istenildiği kadar geniş olabilir ve daire şeklinde, dikdörtgen veya düzensiz olarak uygulanabilir. Piksel lens ise 1 den 16'ya kadar pikseli kapsayabilir. Bu ölçümler alındıktan sonra ADC değerini bulmak için Stejskal-Tanner formülünden veya ADC haritası piksel değerinden hesaplama yapılır. Stejskal-Tanner formülü şöyledir:

$$ADC = -(1/b) \ln (S/S_0).$$

Burada S_0 , $b=0$ veya $b=50T$ 'deki piksel değeridir (T =trace). S ise $b=1000$ sec/mm^2 deki piksel değeridir. "ln" doğal logaritmadır ve $1/b$ deki $b=1000$ 'dir. İki farklı b değeri olduğunda ise formül şu şekilde uygulanabilir $ADC = [\ln(S_1/S_2)] / (b_2 - b_1)$ Difüzyon gradiyentinin (b) büyüklüğünü hesaplamak için gradiyent uygulama süresi (λ), gradiyent gücü (G), gradiyentler arası zaman (Δ) ve giromanyetik oran (γ) ile oluşturulmuş aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$b = \gamma^2 G^2 \lambda^2 (\Delta - \lambda/3)$$

İkinci yöntem olan ADC haritasında piksel değerinden doğrudan hesaplama ise çok daha kolay ve güvenlidir, difüzyon görüntüleme protokolünde elde olunan otomatik ADC haritaları bunu sağlamaktadır.

Difüzyon ağırlıklı görüntüler elde etmek için çok hızlı sekanslar kullanmak gerekir. Günümüzde en yaygın Single shot EPI metodu ile kullanılmaktadır. SE sekansa, 180 derece RF pulsu öncesi ve sonrası güçlü bir gradient puls çifti eklenmesi ile difüzyon duyarlılığı oluşturulur. EPI SE T2 sekansa ise eşit büyüklükte ancak ters yönde bir gradient puls çifti eklenir. Birinci gradient pulsu, doku su molekülündeki protonlarda faz dağılımı (dephase) oluşturmak, ikinci gradient ise faz toplaması (rephase) oluşturmak içindir. Bu puls çifti arasındaki dönemde, hareketi kısıtlanmış protonlar (kısıtlanmış difüzyon) birinci pulsta defaze, ikinci pulsta ise refaze spinlerini oluşturarak yüksek sinyal verirler. Hareketli protonlar ise ikinci pulsta tam olarak refaze olamazlar ve bu durum sinyal kaybı ile sonuçlanır. Bu durumda difüzyon ağırlıklı görüntüleme serbest, hızlı difüzyon gösteren dokular düşük sinyalli (hipointens), kısıtlı difüzyon gösteren dokular ise yüksek sinyalli (hiperintens) izlenecektir (37). *İn vivo* olarak difüzyon katsayısının ölçümü biyolojik dokularda birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Kapiller perfüzyon, ısı, dokudaki manyetik duyarlılık ve hareket, gerçek difüzyonu etkilemekte, o nedenle difüzyon katsayısı yerine, görünen difüzyon katsayısı (apparent diffusion coefficient=ADC) terimi kullanılmaktadır (44).

Difüzyon görüntülemeye artefaktlar, farklı moleküler yapıdaki dokuların bulunduğu alanlarda (hava, kemik gibi) daha belirgin olarak görülür.

Hareket artefaktları, duyarlılık farklılıklarına bağlı sinyal kayıpları, eddy akımlarına bağlı bozulmalar, tam lineer olmayan gradientlerin oluşturduğu artefaktlar difüzyon görüntülemeye sık karşılaşılan sorunlardır. Sinyal/gürültü oranı ve rezolüsyonu arttıran, çekim süresini azaltan tekniklerden yararlanarak bu artefaktları azaltabiliriz.

Difüzyon ağırlıklı MRG de karşılaşılan bazı zorluklar vardır. Gebelik ya da sekonder hemokromatozisli hastalarda, yoğun hepatik demir depolanması sinyal intensitesini o kadar azaltır ki difüzyon görüntüleme mümkün olmayabilir. Hepatik steatoz, DAG' yü etkileyebilir ve ADC değerini değiştirebilir. Bu durumda yağ baskılı teknikler ile bu etki minimize edilebilir. Nefes tutmaya rağmen kardiyak hareket artefaktları, uygunsuz koil kullanımı ise SNR yi azaltmaktadır.

3.4.Klinik Uygulamalar

Difüzyon MRG nin başlıca kullanım alanı, en önemli mortalite ve morbidite nedenlerinden biri olan inmenin görüntülenmesidir. Difüzyon MRG uygulamalarının büyük bölümü SSS ile ilgilidir. Ancak son yıllardaki çalışmalar SSS dışı kullanım alanlarının da giderek arttığını göstermektedir; örneğin, servikal lenfadenopatilerde benign/malign ayrımı, temporal kemikte primer kolesteatoma tanısı, prostat karsinomu tanısı, femur başı avasküler nekrozlarının saptanması, kemik iliği ve karaciğer patolojilerinin tanısında difüzyon MRG nin rolü olduğu bildirilmiştir (45, 46, 47, 48).

4.MATERYAL – METOD

Araştırma; 12/06/2011- 30/11/2011 tarihleri arasında, Harran Üniversitesi Radyoloji polikliniğine tetkik amacı ile gönderilmiş, klinik muayene bulguları ve serolojik incelemelerle hidatik kist tanısı almış 46 katılımcı ile yapıldı. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı ve tüm katılımcılardan aydınlatılmış onam formu alındı.

Ek olarak başka bir KC ve safra yolları patolojisi bulunan hastalar, genel durumu bozuk olanlar, nefes tutamayanlar, kooperasyon kurulamayanlar, MR çekimi için uygunsuz durumu olan (MR uyumsuz protez, kardiyak pace-maker, metalik implant, anevrizma klipleri taşıyan, kapalı alan fobisi bulunan) kişiler çalışma dışı bırakıldı. Ayrıca 2 adet Gharbi tip 5 hidatik kistli hasta, diffüzyon ağırlıklı MR görüntülemeyi olumsuz etkileyen kalsifik içerik nedeniyle çalışma dışında bırakılmıştır. Her hastada çapları 1,5-12 cm arasında değişen birer adet kist mevcut olup birden fazla kisti bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Hepatik Hidatik Kist'li hastaların 32'si kadın (%72,7) ve 12'si erkek (%27,3) olup yaşları 8-77 arasında değişmekte idi.

Hastaların tümüne 12/06/2011- 30/11/2011 tarihleri arasında, USG tetkiki ile evrendirme yapıldıktan sonra Aksiyel T2 Ağırlıklı görüntüleme ile birlikte DAG çekimleri yapıldı.

Çekimler 1,5 Tesla Magnetom Symphony A Tim System (Siemens, Erlangen, Germany) cihaz ile yapıldı. Hastaların çekimleri supin pozisyonda ve KC üzerine 16 kanallı “ body coil” yerleştirilerek yapıldı. DAG den önce koronal lokalizer ve T2A (TR=3440, TE=87, NEX=1) aksiyal MR görüntüler alındı. Daha sonra üç seri, tek atımlı, spin eko, eko planar (SS-SE-EP) DAG alındı. TR/TE/NEX/eko-planar (6000/88/1/144) görüntüleme faktörü ile değişkenler x,y,z yönlerinde duyarlılaştırılarak 0, 500 ve 1000 sn/mm² düzeyinde b değerleri ile zenginleştirildi. Matrix 512x512, FOV 380 mm, kesit kalınlığı 7 mm, kesit sayısı 30, gap %30 ve nex 4 idi.

Her bir soluk tutma aralığı sırasında elde edilen DAG serisinin uzunluğu 32 saniye idi. Görüntülere ait ADC haritaları cihaz tarafından otomatik olarak oluşturuldu

ve tüm hastalara ait ADC değerleri bu haritalar üzerinden ölçüldü. Hepatik HK'lerin ADC değerinin kantitatif analizi için sirküler ROI (Region Of Interest), lezyonun hemen tamamını kapsayacak şekilde yerleştirildi. ROI ölçüm alanı kistlerin dışına taşmayacak şekilde ayarlandı. Çalışmamızda ADC ölçümleri için b=1000 değerleri esas alınmıştır.

Her hastada yukardaki kriterlere bağlı olarak üçer ölçüm yapıldı. Elde edilen üç ADC değerinin ortalaması alındı.

Çalışmada elde edilen değerler sonucunda farklı evrelerdeki gruplar arasında karşılaştırmalar yapıldı.

4.1.İstatistiksel Analiz

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS for Windows 15 istatistik paket programı (SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanıldı.

ADC değerleri ortalama (\pm standart sapma) ve ortanca (çeyrek içi aralık) değerleri şeklinde ifade edilmiştir. Kist grupları içinde ADC değerlerinin dağılımının karşılaştırılması için Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalar için grup içi alfa değeri 0.05 düzeyini geçmeyecek şekilde Bonferoni ayarlaması ($P \leq 0.0125$) gerçekleştirilmiştir.

ADC düzeylerinin kist tanısındaki yerini değerlendirmek üzere alıcı işlemci eğrisi (ROC) analizi yapılmıştır. ADC düzeyleri için duyarlık, özgüllük ve eğri altında kalan alan (EAA) hesaplamaları yapılmıştır. İstatistiksel açıdan 0.5 düzeyinin üzerindeki EAA değeri iyi tanısal performans olarak kabul edilmiştir. Farklı evrelerdeki hidatik kistleri kendi aralarında ayırt etmek ve sınıflandırmak için yardımcı olacak eşik değerler saptanmıştır. İstatistiksel anlamlılık sınırı olarak $P < 0.05$ düzeyi kabul edilmiştir.

5.BULGULAR

Çalışmaya alınan karaciğer HK'li 44 hastanın 12 si (%27,3) erkek, 32'si (72,7) kadın olup tüm hastaların yaş ortalaması 36,48±15,82 (8-77 yaş arası) olarak hesaplandı. Erkek hastaların yaş ortalaması 31,33±12,76 (11-58 yaş arası), kadın hastaların yaş ortalaması 38,34±16,04 (8-77 yaş arası) idi (tablo 3).

Tablo 3: Hastaların cinsiyete göre yaş dağılımı

Cinsiyet	N	Ortalama±SS	Minimum	Maximum
Erkek	12(%27,3)	31,33±12,76	11	58
Kadın	32(%72,7)	38,34±17,04	8	77
Toplam	44(%100)	36,43±16,16	8	77

p=0,210*

* Mann-Whitney U test (p değeri ≤ 0.05 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi) .

Karaciğer HK'li 46 hastanın ultrasonografik tiplere göre dağılımı tablo 4 de gösterildi.

Tablo4: Hastaların ultrasonografik tiplere göre dağılımı

		Ultrasonografik Tip					Toplam
		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5	
Cinsiyet	Erkek	3	3	1	2	3	12
	Kadın	12	8	6	3	3	32
Toplam		15	11	7	5	6	44

Ultrasonografik tiplere göre hastaların yaş dağılımları değerlendirildi ve tipler arasında yaş dağılımı açısından istatistiksel anlamlı farklılık izlenmedi (p>0,05) (tablo 5).

Tablo5: Ultrasonografik tiplere göre hastaların yaş dağılımı.

Ultrasonografik Tip	N	Ortalama±SS	Minimum	Maximum
Tip 1	15(34,1%)	34,20±16,33	11	73
Tip 2	11(25,0%)	31,00±17,90	8	70
Tip 3	7(15,9%)	46,14±12,42	26	59
Tip 4	5(11,4%)	40,20±22,19	21	77
Tip 5	6(13,6%)	37,50±7,09	25	46
Toplam	44(100,0%)	36,43±16,16	8	77

p=0,194*

* Kruskal-Wallis test (p değeri ≤ 0.05 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi) .

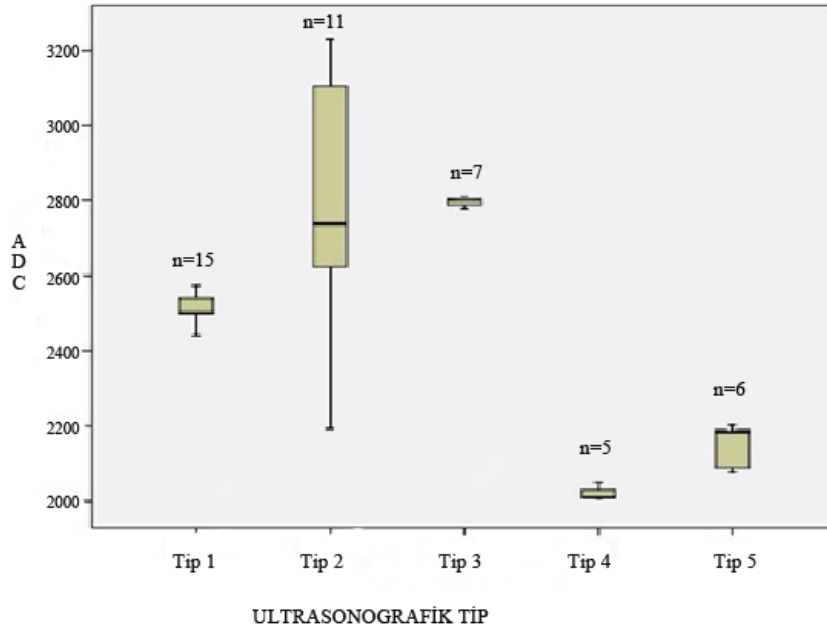
Tiplere göre ortalama ADC değerleri değerlendirildiğinde tip1 hidatik kistlerin ortalama ADC değeri $2,48 \times 10^{-3} \pm 0,16$ s/mm², tip 2 grubunda ortalama ADC değeri $2,80 \times 10^{-3} \pm 0,34$ s/mm², tip 3 grubunda ortalama ADC değeri $2,70 \times 10^{-3} \pm 0,26$ s/mm², tip 4 grubunda ortalama ADC değeri $2,02 \times 10^{-3} \pm 0,01$ s/mm², tip 5 grubunda ortalama ADC değeri $2,18 \times 10^{-3} \pm 0,1$ s/mm² hesaplandı. Ortalama ADC değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu belirlendi. (p<0,05). (Tablo6 ve şekil 18)

Tablo 6: Ultrasonografik tiplere göre hastaların ortalama ADC değerlerinin dağılımı

Ultrasonografik Tip	N	Ortalama	Minimum	Maximum
Tip 1	15(34,1%)	$2,48 \times 10^{-3} \pm 0,16$	$2,10 \times 10^{-3}$	$2,81 \times 10^{-3}$
Tip 2	11(25,0%)	$2,80 \times 10^{-3} \pm 0,34$	$2,19 \times 10^{-3}$	$3,23 \times 10^{-3}$
Tip 3	7(15,9%)	$2,70 \times 10^{-3} \pm 0,26$	$2,10 \times 10^{-3}$	$2,84 \times 10^{-3}$
Tip 4	5(11,4%)	$2,02 \times 10^{-3} \pm 0,01$	$2,00 \times 10^{-3}$	$2,05 \times 10^{-3}$
Tip 5	6(13,6%)	$2,18 \times 10^{-3} \pm 0,10$	$2,07 \times 10^{-3}$	$2,38 \times 10^{-3}$
Toplam	44(100,0%)	$2,50 \times 10^{-3} \pm 0,34$	$2,00 \times 10^{-3}$	$3,23 \times 10^{-3}$

p=0,000*

* Kruskal-Wallis test (p değeri ≤ 0.05 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).



Şekil 18. Tiplere göre ortalama ADC değerlerinin grafikte gösterimi.

Gruplar arasında ortalama ADC değerleri açısından saptanan anlamlı istatistiksel farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı belirlemek için bu gruplar arasında ikili karşılaştırmalar yapıldı. İkili karşılaştırmalarda tip 1, 2 ve 5 hidatik kist grupları, tip 3 hidatik kist grubu dışında diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak ayrılırken, tip 4 hidatik kist grubu diğer tüm gruplardan, tip 3 hidatik kist grubu ise yalnızca Tip 4 grubundan ayrıldı ($p < 0,0125$) (tablo7).

Tablo 7. Grupların ikili karşılaştırmalarında saptanan p değerleri

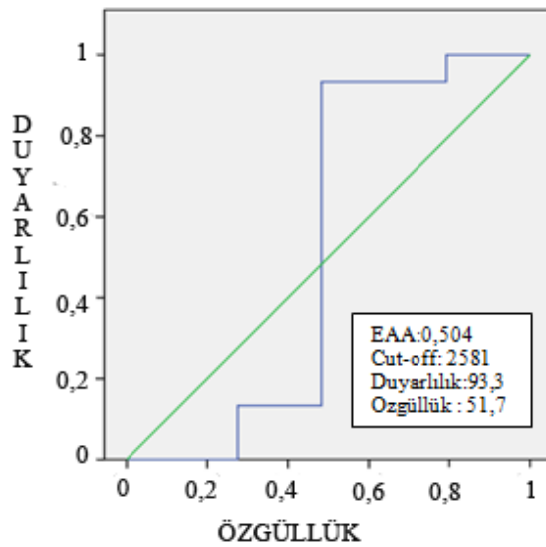
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5
Tip 1		$p=0,006^*$	$p=0,022$	$p=0,001^*$	$p=0,004^*$
Tip 2	$p=0,006^*$		$p=0,821$	$p=0,002^*$	$p=0,002^*$
Tip 3	$p=0,022$	$p=0,821$		$p=0,004^*$	$p=0,015$
Tip 4	$p=0,001^*$	$p=0,002^*$	$p=0,004^*$		$p=0,006^*$
Tip 5	$p=0,004^*$	$p=0,002^*$	$p=0,015$	$p=0,006^*$	

*Mann-Whitney U test (bonferroni düzeltmesi yapıldıktan sonra p değeri ≤ 0.0125 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi) .

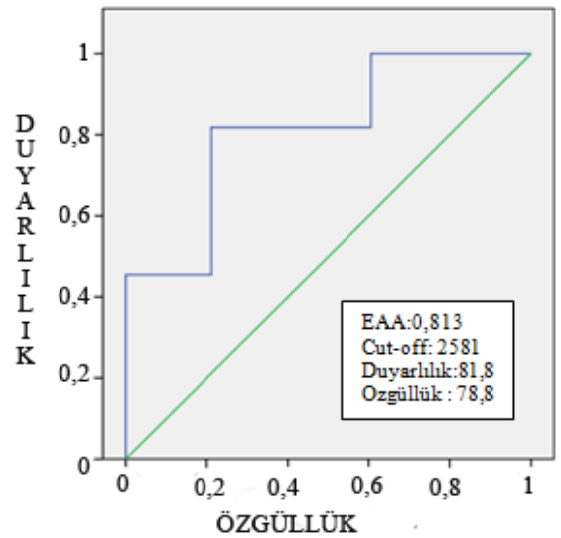
Difüzyon ağırlıklı MR incelemesinin karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinin belirlenmesindeki tanısal performansı ROC analizi ile değerlendirilmiştir. Difüzyon ağırlıklı MR incelemesi tip 4 hidatik kistleri diğerlerinden ayırt etmede mükemmel

bulunmuştur (EAA, 1,00; %95 güvenlik aralığında). Tip 4 hidatik kistler için (Şekil 22) eşik değeri $\leq 2.06 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde bu vakaların tümü tip 4 hidatik kist tanısı alabilmektedir (duyarlılık %100, özgüllük %100). Difüzyon ağırlıklı MR incelemesi tip 2, tip 5 ve tip 3 hidatik kistleri ise diğerlerinden ayırt etmede de başarılı bulunmuştur (EAA, sırasıyla 0,813, 0,807 ve 0,749; %95 güvenlik aralığında). Tip 2 hidatik kistler için eşik değeri $\geq 2,58 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 81,8 ve % 78,8 (Şekil 20), tip 5 hidatik kistler için eşik değeri $\leq 2,41 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 100 ve % 73,7, tip 3 kist hidatikler için ise eşik değeri $\geq 2,75 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 85,7 ve % 83,8 bulundu (Şekil 23). Diffüzyon ağırlıklı MR incelemesinin tip 1 hidatik kistleri diğerlerinden ayırt etmede başarısı sınırlıdır (EAA, 0,504; %95 güvenlik aralığında). Tip 1 hidatik kistler için eşik değeri $\leq 2,58 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 93,3, % 51,7 bulundu.

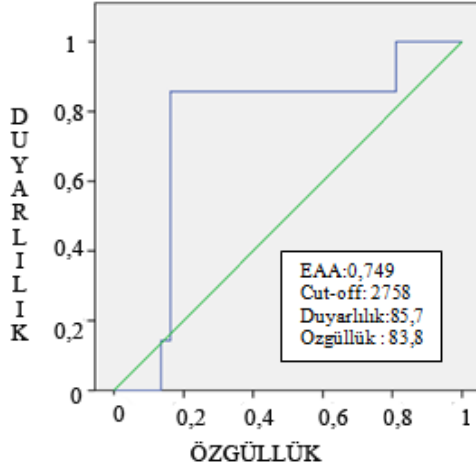
Şekil 19. Tip 1 ROC analizi



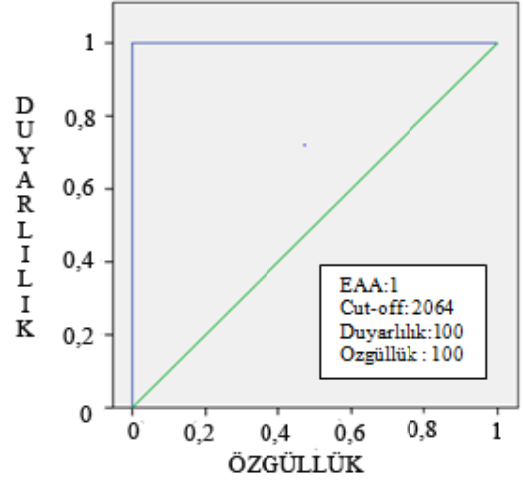
Şekil 20. Tip 2 ROC analizi



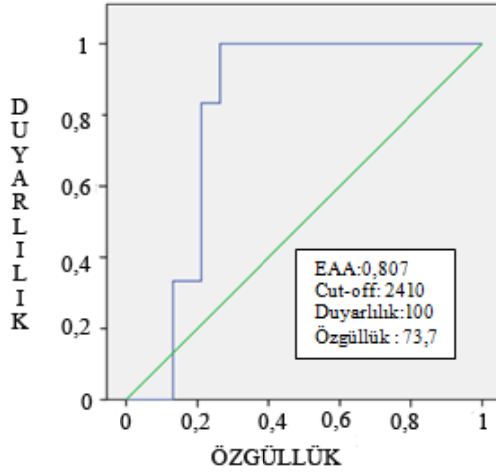
Şekil 21. Tip 3 ROC analizi



Şekil 22. Tip 4 ROC analizi



Şekil 23. Tip 5 ROC analizi



Karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinden tip 1, 2 ve 3 bir arada, tip 4 ve 5 de bir arada olacak şekilde iki ayrı grup oluşturuldu. Oluşturulan bu yeni grupların ortalama ADC değerleri ise tablo 8 de gösterildi. Tip 1-2-3 grubunda ortalama ADC değeri $2,63 \times 10^{-3} \pm 0,29$ s/mm², tip 4-5 grubunda ise ortalama ADC değeri $2,11 \times 10^{-3} \pm 0,11$ s/mm² hesaplandı. Ortalama ADC değerleri açısından bu iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu belirlendi. ($p < 0,05$). (Şekil 24)

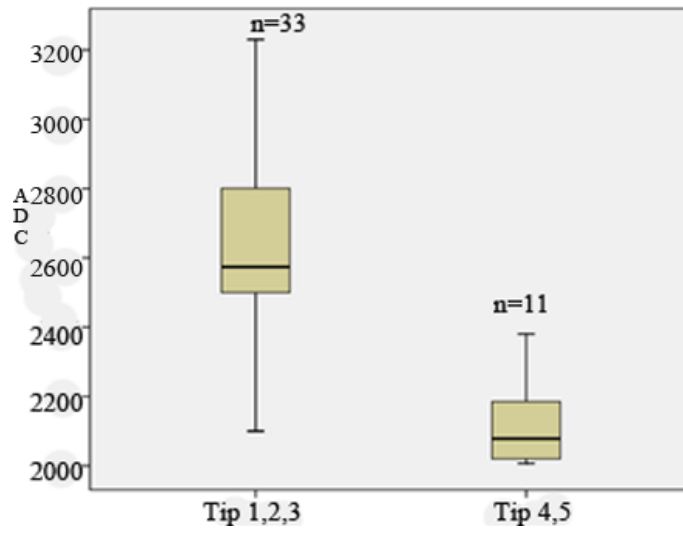
Tablo 8: İki yeni grubun ortalama ADC değerleri

	N	Ortalama	Minimum	Maximum
Tip 1-2-3	33(75,0%)	$2,63 \times 10^{-3} \pm 0,29$	$2,10 \times 10^{-3}$	$3,23 \times 10^{-3}$
Tip 4-5	11(25,0%)	$2,11 \times 10^{-3} \pm 0,11$	$2,00 \times 10^{-3}$	$2,38 \times 10^{-3}$
Toplam	44(100,0%)	$2,50 \times 10^{-3} \pm 0,34$	$2,00 \times 10^{-3}$	$3,23 \times 10^{-3}$

$p=0,000^*$

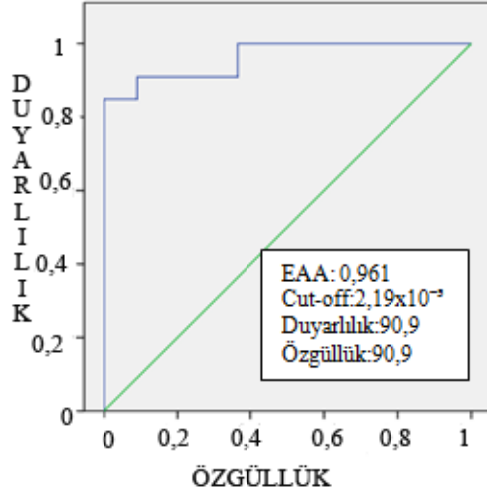
* Mann-Whitney U test (p değeri ≤ 0.05 ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi) .

Şekil 24. İki grubun ortalama ADC değerlerinin dağılımı

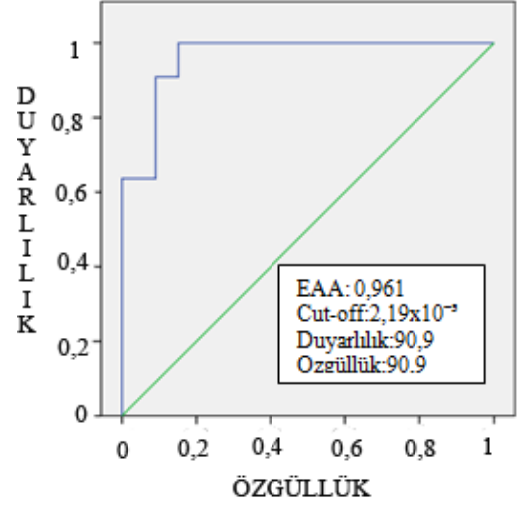


Diffüzyon ağırlıklı MR incelemesinin bu iki grup arasındaki tanısıl performansını ROC analizi ile değerlendirilmiştir. Diffüzyon ağırlıklı MR incelemesi tip 1-2-3 hidatik kistleri içeren grubu tip 4-5 hidatik kistleri içeren grubdan ayırt etmede mükemmel bulunmuştur (her iki grupta EAA, 0,961; %95 güvenlik aralığında). Tip 1-2-3 hidatik kistleri içeren grub için (Şekil 25) eşik değeri $\geq 2.19 \times 10^{-3}$, tip 4-5 hidatik kistleri içeren grub için (Şekil 26) eşik değeri $\leq 2.19 \times 10^{-3}$, kabul edildiğinde duyarlılık %90,9, özgülük %90,9 olarak belirlenmiştir.

Şekil 25. Tip 1-2-3 ROC analizi

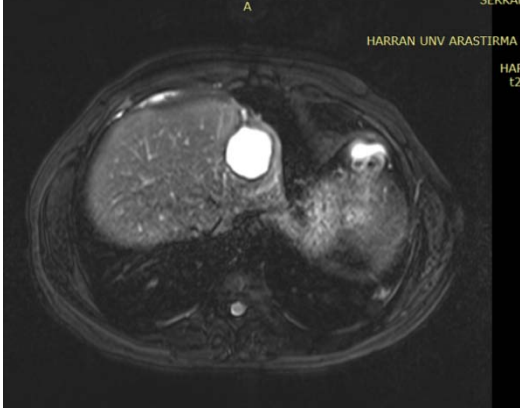


Şekil 26. Tip 4-5 ROC analizi

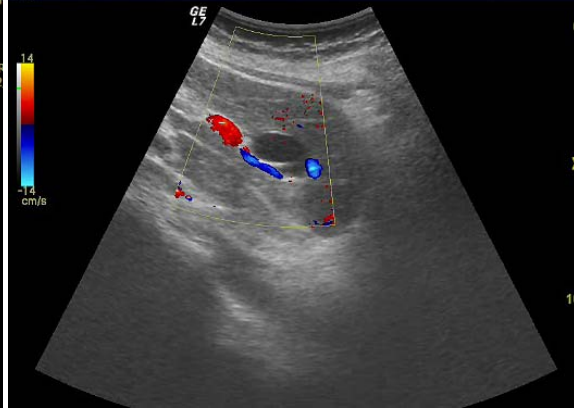


6.OLGU ÖRNEKLERİ

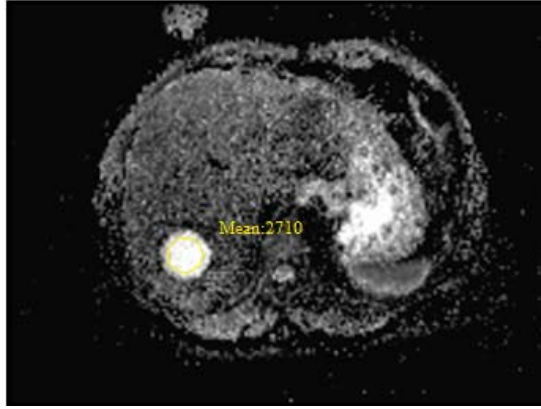
OLGU 1:Tip 1 KC HK olan hastaya ait MR(T2A), DAG ve RDUS görüntüleri.



Tip I T2A Sekans

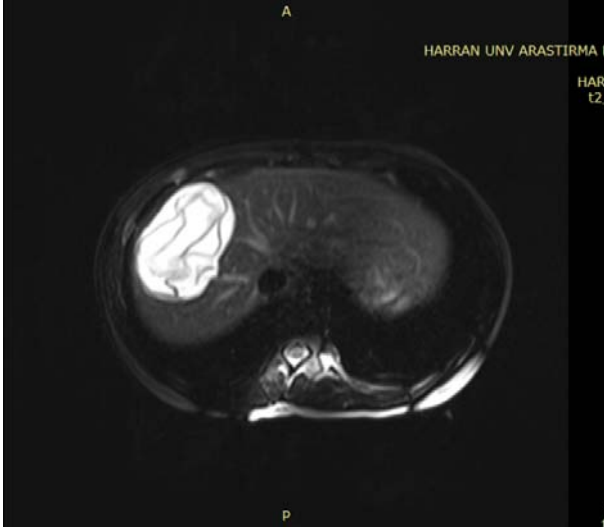


Tip I RDUS



Tip I ADC

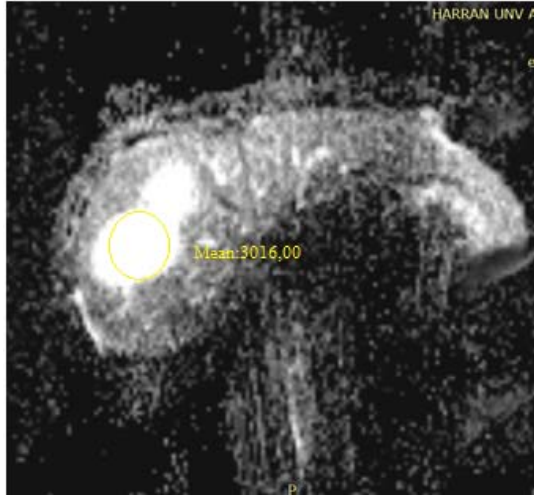
OLGU 2: Tip 2 KC HK olan hastaya ait MR(T2A), DAG ve US görüntüleri.



Tip II T2A Sekans

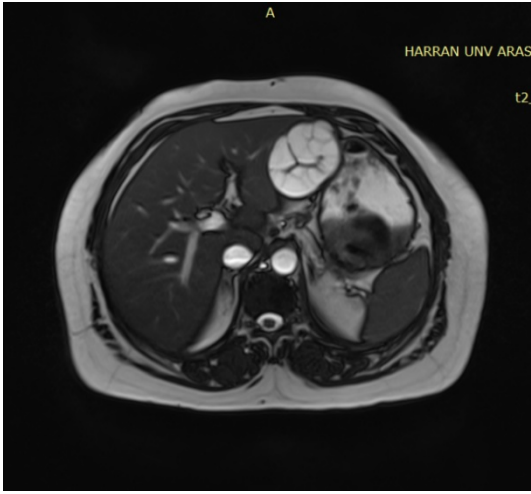


Tip II US

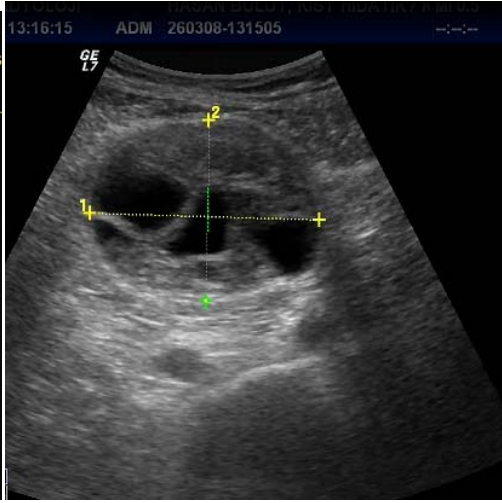


Tip II ADC

OLGU 3: Tip 3 KC HK olan hastaya ait MR(T2A), DAG ve US görüntüleri.



Tip III T2A

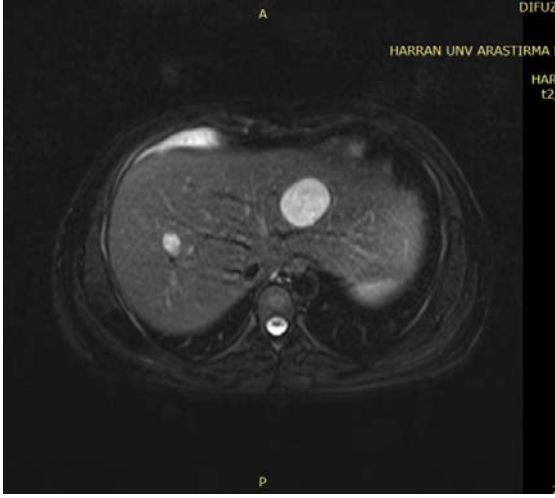


Tip III US



Tip III ADC

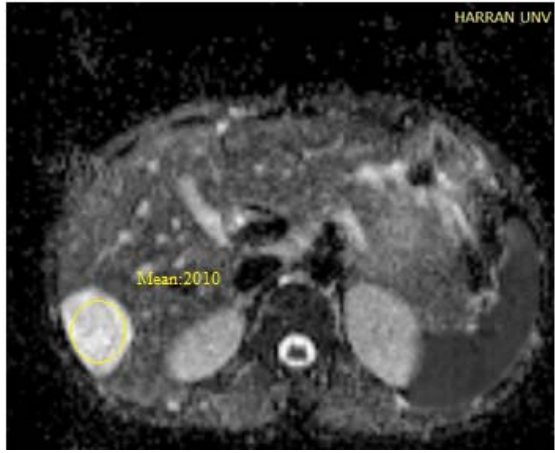
OLGU 4: Tip 4 KC HK olan hastaya ait MR(T2A), DAG ve US görüntüleri.



Tip IV T2A

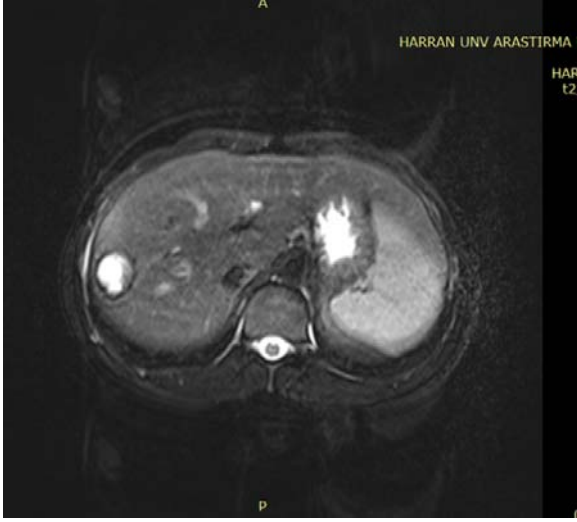


Tip IV US

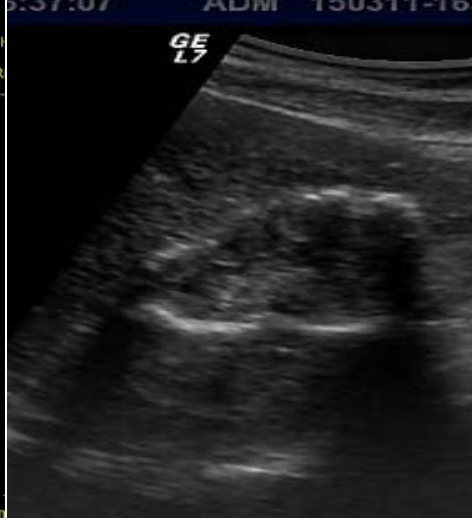


Tip IV ADC

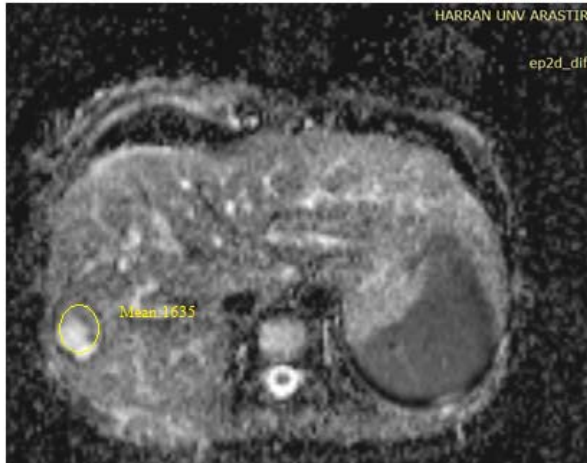
OLGU 5: Tip 5 KC HK olan hastaya ait MR(T2A), DAG ve US görüntüleri.



Tip V T2A



Tip V US



Tip V ADC

7. TARTIŞMA

Paraziter hastalıklar gelişmekte olan ÷lkeler için önemli bir sağlık sorunudur. Hidatidoz (ekinokokkoz) gerek Türkiye, gerekse dünya çapında, hem insan, hem de hayvan sağlığını tehdit eden en önemli paraziter hastalıklardan biridir. Türkiye’de hayvancılıkla geçinen önemli bir nüfus bulunmasına ek olarak köpek-insan döngüsü bu enfestasyonun artmış prevalansından sorumludur. Sağlık Bakanlığı verilerine göre yurdumuzda 1987-1994 yılları arasındaki kayıtlarda yılda ortalama 2663 kist hidatik hastası saptanmıştır. Tahmin edilen olgu sayısı ise yüz binde 0.87-6.6 dır. Köpeklerdeki ekinokok yaygınlığı %0,32-40,0 oranında saptanmıştır (49,50).

Hidatik kistlerin evrelendirilmesinde altın standart görüntüleme yöntemi ultrasonografidir. Ultrasonografi; kistlerin lokalizasyonu, sayısı, çevre yapılarla ilişkileri ve içyapıları hakkında bilgi verir. Tanı tek başına US ile konamazsa BT ve MR incelemesi yapılabilir. Perikist fibröz içeriği ve kalsifikasyon nedeniyle T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde hipointens bir halka şeklinde görülür (51). MR incelemesi fibröz perikist halkasının saptanması ve diğer kapsüllü karaciğer lezyonları ile ayırıcı tanının yapılması konusunda yardımcı olabilir. Kısmen ayrılma gibi kabul edilebilecek halka düzensizlikleri MR görüntüleme ile BT veya ultrasona göre daha güvenilir biçimde gösterilir (52). Hidatik kistlerin; hidatid kum, kız veziküller veya kalsifiye membran gibi karakteristik bulguları yoksa ayırıcı tanı MR görüntüleme ile daha doğru biçimde yapılabilir (53).

Karaciğer hidatik kistlerinin geleneksel tedavisi cerrahidir. Ancak cerrahi sonuçlar yüksek oranda mortalite, morbidite, postoperatif rekürrens ve uzun hastanede kalış süresi nedeniyle alternatif tedavi arayışlarını hızlandırmıştır. 1980’li yıllarda bu arayışların bir sonucu olarak, US eşliğinde perkütan hidatik kist tedavisi (PAIR) canlılarda yapılabilen bir işlem olarak tanımlanmıştır. Uzun vadeli sonuçları itibariyle

karaciğer hidatik kistlerinde PAIR etkin ve güvenilir bir yöntem olup, seçilmiş vakalarda cerrahiye alternatif olarak ilk başvurulması gereken bir tedavi yöntemidir (5). Karaciğer hidatik kistlerinin perkütan tedaviye uygunluğunun değerlendirilmesindeki ana kriter ultrasonografideki morfolojik bulgularıdır. Günümüze kadar bu alanda pek çok farklı sınıflama yapılmasına rağmen, en yaygın kabul göreni Gharbi ve arkadaşlarınca önerilen ultrasonografik sınıflamadır. Buna göre; karaciğer hidatik kistleri beş ana tipte tanımlanmış olup bu tipler;

Tip-1: Basit anekoik sıvı koleksiyonu(Saf sıvı koleksiyonu)

Tip-2: Ayrışmış duvarlı sıvı koleksiyonu (Membran ayrışması gösteren kistik yapı)

Tip-3: Kız veziküller içeren kistik yapı (Septasyonlar içeren sıvı koleksiyonu)

Tip-4: Heterojen eko yapısı gösteren hidatik kist (solid komponenti olan)

Tip-5: Kalsifiye/refleksiyonlu kalın duvarlı hidatik yapıdır (4).

Kistlerin perkütan tedaviye uygunluğunun değerlendirilmesinde yeterli olmamasına karşın bu sınıflama, halen geçerliliğini korumaktadır.

Yukarıda sayılan nedenlerle günlük uygulamada kolay ve pratik bir yöntem ihtiyacı vardır. Biz çalışmamızda difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin hidatik kistlerin alt tiplerinin belirlenmesindeki tanısal değerini araştırdık. Hızlı görüntüleme sekanslarının geliştirilmesi ile difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin karında kullanılması mümkün hale gelmiştir. Bu yöntem abdomende ilk kez 1994 yılında karın içi organları ve kas dokusunu değerlendiren Moteki ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır (55). Sonraki yıllarda difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin abdominal organların değerlendirilmesindeki katkısı ve karın içi organların ADC değerleri ile ilgili çok sayıda yayın yapılmıştır (56-63); ancak difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin hidatik karaciğer hastalığının tanısındaki yeri ile ilgili yayın sayısı sınırlıdır (10,11,64).

Difüzyon mikro yapıların rastgele organize olduğu veya moleküllerin hareketini engelleyen organize bariyerlerin bulunmadığı ortamlarda izotropik, mikro yapıların ağırlıklı olarak bir yönde organize olduğu yapılarda anizotropiktir. Taouli ve arkadaşları karaciğerde difüzyonun izotropik olduğunu göstermiştir (65).

Oruç ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin, tip 4 hidatik kistleri; basit kist ve apselerden, tip 1, 2 ve 3 hidatik kistlerden ayırt etmede yardımcı olduğu, Tip 1 hidatik kistlerin ise ADC değerleri ile basit kistlerden ayırt edilemeyeceği bildirilmiştir. ADC değerleri tip 1, 3 ve 4 için

sırasıyla ortalama $2.84 (\pm 0.38)$, $3.05 (\pm 0.17)$, $1.78 (\pm 0.44) \times 10^{-3}$ olarak belirlenmiştir (14). Tip 2 ve tip 5 HK' ler için eşik değer hesaplanmamıştır.

İnan ve arkadaşları WHO klasifikasyonuna göre tip 1, 2 ve 3 hidatik kistlerin ADC değerlerinin basit kistlerden anlamlı derecede düşük olduğunu bulmuş, ancak ROC analizi ile bir eşik değer belirleyememişlerdir. ADC değerleri tip 1, 2 ve 3 için sırasıyla ortalama 2.5 ± 0.9 , 3.1 ± 0.5 , $2.8 \pm 0.2 \times 10^{-3}$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca HK tip 1, 2, 3' ün toplam ortalama ADC değeri $2.9 \pm 0.6 \times 10^{-3}$ olarak bulunmuştur (11).

Bizim çalışmamızda ortalama ADC değerleri tip 1, 2, 3, 4 ve 5 hidatik kistlerde sırasıyla $2,48 \times 10^{-3}$, $2,80 \times 10^{-3}$, $2,70 \times 10^{-3}$, $2,02 \times 10^{-3}$, $2,18 \times 10^{-3}$ mm²/sn bulunmuştur. Difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinin belirlenmesindeki tanısal performansı ROC analizi ile değerlendirilmiştir. İkili karşılaştırmalarda tip 1, 2 ve 5 hidatik kist grupları, tip 3 hidatik kist grubu dışında diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak ayrılırken, tip 4 hidatik kist grubu diğer tüm gruplardan, tip 3 hidatik kist grubu ise yalnızca Tip 4 grubundan ayrıldı. Difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme duvarında kısmen kalsifikasyon bulunan tip 5 hidatik kistleri diğer hidatik kist tiplerinden başarıyla ayırt eder (duyarlılık %100 özgüllük, %73,7). DAG ile diğer tiplerden mükemmel bir şekilde ayırt edilebilen Tip 4 hidatik kistler için en yüksek doğruluk $ADC \leq 2.06 \times 10^{-3}$ mm²/s olduğunda elde edilmiştir (Duyarlılık %100, Özgüllük%100). Tip 2 hidatik kistler için eşik değeri $\geq 2,58 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 81,8 ve % 78,8, tip 5 hidatik kistler için eşik değeri $\leq 2,41 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 100 ve % 73,7, tip 3 kist hidatikler için ise eşik değeri $\geq 2,75 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 85,7 ve % 83,8 bulundu. Diffüzyon ağırlıklı MR incelemesinin tip 1 hidatik kistleri diğerlerinden ayırt etmede başarısı sınırlıdır (EAA, 0,504; %95 güvenlik aralığında). Tip 1 hidatik kistler için eşik değeri $\leq 2,58 \times 10^{-3}$ kabul edildiğinde duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla % 93,3, % 51,7 bulundu.

Basit kistler düşük viskoziteli olduğu için yüksek ADC değerlerine sahiptir (74). Hidatik kist, skoleks, sodyum klorür, proteinler, glikoz, iyonlar, lipidler ve polisakkaritlerden oluşan visköz hidatik kum içerdiği için ADC değeri azalır (75, 76). Tip 4 ve 5 hidatik kistlerde kız kistler bulunmaksızın inhomojen dejeneratif içerik (özellikle membranlar) vardır (67). US' de membranlar matriks içinde yılan benzeri

yapılar şeklinde görülebilir ki bu bulgu hidatik hastalık için büyük ölçüde özgündür. Matriks, kisti tamamen doldurduğunda solid bir kitleye benzeyen karışık ekojenitede bir yapı görülür (68). Bu tariflenen özellikler tip 4 ve tip 5 HK' lerde sıvı içeriğinin önemli ölçüde azalması nedeniyle ADC değerlerindeki düşüşü açıklayabilir.

HK tedavisinde genel kabul gören yaklaşım Gharbi sınıflamasına göre tip I, II ve III' ün perkütan tedaviye en uygun tipler olduğudur (73). Tip IV hidatik kistlerinin perkütan yolla tedavi edilmesinin uygun olacağını bildiren yayınlar mevcuttur. Sıvı komponenti az olan ya da olmayan tip IV hidatik kistlerin takip edilmeleri önerilmektedir. Tamamen kalsifiye olmuş Tip V hidatik kistlerde hiç bir tedavi yaklaşımının endikasyonu yoktur (5, 37-41).

Biz çalışmamızda PAİR tedavisine uygunluk açısından karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinden tip 1, 2 ve 3 bir arada, tip 4 ve 5' de bir arada olacak şekilde iki ayrı grup oluşturduk. Tip 1-2-3 grubunda ortalama ADC değeri $2,63 \times 10^{-3} \pm 0,29$ sn/mm², tip 4-5 grubunda ise ortalama ADC değeri $2,11 \times 10^{-3} \pm 0,11$ sn/mm² hesaplandı. Ortalama ADC değerleri açısından bu iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu belirlendi. Diffüzyon ağırlıklı MR incelemesi tip 1-2-3 hidatik kistleri içeren grubu tip 4-5 hidatik kistleri içeren grubdan ayırt etmede mükemmel bulunmuştur. Tip 1-2-3 hidatik kistleri içeren grup için eşik değeri $\geq 2.19 \times 10^{-3}$, tip 4-5 hidatik kistleri içeren grup için eşik değeri $\leq 2.19 \times 10^{-3}$, kabul edildiğinde duyarlılık %90,9, özgüllük %90,9 olarak belirlenmiştir.

Diğer çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda PAİR için öncelikli endikasyon grubu olan Tip 1, 2 ve 3 hidatik kistli hastalar bir grup altında toplanarak bunların ortalama ADC değerlerinin Tip 4 ve 5 grubundaki hastalardan ayrımı mükemmel bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca Gharbi sınıflaması ile korele olarak hidatik kistlerin alt tipleri için eşik değerler belirlenmiştir.

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları vardır. En önemli sınırlılık hasta sayısının az olmasıdır. Her ne kadar bizim çalışmamızda hidatik kist alt tiplerinin ortalama ADC değerleri ile US Gharbi sınıflaması arasında korelasyon açısından bir eğilim görülüyor olsa bile, daha büyük hasta gruplarında yapılan çalışmaların anlamlılık düzeyi daha yüksek olacaktır. Diğer bir sınırlayıcı faktör ise kardiyak hareketlere bağlı oluşan artefaktların S/ N oranını azaltmasıydı. Daha sonra yapılacak çalışmalarda hasta

sayısının arttırılması, pulse tetikleme uygulanması ve özellikle S/N oranının arttırılması için 3T MR kullanılması daha iyi olacaktır.

SONUÇ

Çalışmamızda, karaciğer hidatik kisti hastalığında HK tipinin tesbitinde ultrasonografik tiplendirmeye bir alternatif olarak Diffüzyon ağırlıklı MRG ile ADC değeri ölçümünün umut vaad eden bir parametre olabileceği sonucuna vardık. İkili karşılaştırmalarda tip 1, 2 ve 5 hidatik kist grupları, tip 3 hidatik kist grubu dışında diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak ayrılırken, tip 4 hidatik kist grubu diğer tüm gruplardan, tip 3 hidatik kist grubu ise yalnızca Tip 4 grubundan ayrıldığı görülmüştür ki bu durum tip 3 grubundaki hasta sayısının diğer gruplara göre daha az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Özellikle Karaciğer hidatik kistlerinin alt tiplerinden tip 1, 2 ve 3 bir arada, tip 4 ve 5 de bir arada olacak şekilde iki ayrı grup oluşturulduğunda bu yeni grupların ortalama ADC değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlendi. Böylece PAIR tedavisine uygun hasta grubunun ortalama ADC ölçümü ile belirlenmesi mümkün görünmektedir. Sonuç olarak karaciğer hidatik kisti hastalığında kist tipinin belirlenmesinde yapılacak ADC değeri ölçümlerinin yol gösterici olabileceği düşünülmüştür.

9.KAYNAKLAR

- 1) Ammann RW, Eckert J. Cestodes echinococcus. *Gastroenterol Clin North Am* 1996; 25:655–689.
- 2) Aytac A, Yurdakul Y, İkizler C, et al. Pulmonary hydatid disease: report of 100 patients. *Ann Thorac Surg* 1997; 23:145–513
- 3) Khuroo MS, Wani NA, Javid G, et al. Percutaneous drainage compared with surgery for hepatic hydatid cysts. *N Eng J Med* 1997;337:881–887.
- 4) Gharbi HA, Hassine W, Brauner MW, Dupuch K. Ultrasound examination of the hydatid liver. *Radiology* 1981; 139: 459-63.
- 5) Akhan O, Dinçer A, Gököz A, et.al. Percutaneous treatment of abdominal hydatid cyst with hypertonic saline and alcohol an experimental study in sheep. *Invest Radiol* 1993; 28: 121-127
- 6) Department of Radiology, Lucas MRS/I Center, Stanford University, 1201 Welch Road, Stanford, CA 94305-5488, USA.
- 7) Muller MF, Prasad P, Siewert B, Nissenbaum MA, Raptopoulos V, Edelman RR. Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echo-planar system. *Radiology* 1994; 190:475–483.
- 8) Kim T, Murakami T, Takahashi S, Hori M, Tsuda K, Nakamura H. Diffusion-weighted single-shot echoplanar MR imaging for liver disease. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173:393–398.
- 9) Namimoto T, Yamashita Y, Mitsuzaki K, Nakayama Y, Tang Y, Takahashi M. Measurement of the apparent diffusion coefficient in diffuse renal disease by diffusionweighted echo-planar MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1999; 9:832–837.
- 10) The role of diffusion-weighted MRI in the classification of liver hydatid cysts and differentiation of simple cysts and abscesses from hydatid cysts. (Esra Oruç, Nalan Yıldırım, Naile Bolca Topal, Sadık Kılıçturgay, Semra Akgöz, Gürsel Savcı) .
- 11) Inan N, Arslan A, Akansel G, et al. Diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of simple and hydatid cysts of the liver. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 189:1031–1036.
- 12) Unat EK, Üner A, Özcel M, Altıntaş N, Budak S, Daldal S, Özdemir N, Kuman A, Sevinç E, Sermet İ, Özdedeli E, Tiğın Y, Tınar R, Burgu A, Doğanay A, Coşkun Ş. Yedinci ulusal parazitoloji kongresi özel kitabı. *T Parazitol Dern*, No:10 1995

- 13) Kaypmaz A. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Hepatobilier Sistem ve Pankreas Hastalıkları Sempozyum Dizisi No:28 Ocak 2002; 285-299) .
- 14) Barış İ, Şahin A, Bilir N, Kalyoncu F, Emri S, Barış B, Çapur S, Selçuk T. Hidatik Kist Hastalığı ve Türkiye'deki Konumu. Türkiye Akciğer Hastalıkları Vakfı Yayını No:1 Ankara 1989.
- 15) Erişim: www.ctf.edu.tr/anabilimdallari/pdf/203/karaciğerhidatikkisti.pdf__, Prof Dr A Vedat Durgun
- 16) Merdivenci A. Türkiye'de Hidatik Kist Hastalığı İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fak Yayınları No:2145 İstanbul 1976.
- 17) Prof. Dr. Kemal Ödev Toraks Radyolojisi 2. Baskı S:221
- 18) Türkiye Parazitoloji Dergisi 2007, Cilt 31, Sayı 2, Sayfa: 101-104
- 19) Barış İ, Şahin A, Bilir N, Kalyoncu F, Emri S, Barış B, Çapur S, Selçuk T. Hidatik Kist Hastalığı ve Türkiye'deki Konumu. Türkiye Akciğer Hastalıkları Vakfı Yayını No:1 Ankara 1989.
- 20) Hobson,W(Ed) The theory and practice of public health, Oxford Univ. Publ, London 1975; 22:123-125.
- 21) Gökçen A. Kistik ekinokokkozda aşı çalışmaları T Parazitoloji Dergisi, 2000; 24(1) 419-425.
- 22) Healh DD, Holeman B. Vaccinationagainist Echinococcus in perspective. Acta Tropica, 1997;67:37-41..
- 23) Gemmel MA. Hydatidosis control, A global view. Austvet J, 1979; 55:118-25.
- 24) Türkiye Parazitoloji Dergisi 2008, Cilt 32, Sayı 3, Sayfa(lar) 208-220
- 25) Schantz P, Gottstein P, Echinococcosis (hydatidosis) Orlando: Academic Press 1986
- 26) Craig PS, Bailog W, Nelson GS. A spesific test for the identification of cyst fluid samples from suspected human hydatid infections. Trans Roy Soc Trop. Med Hyg, 1986; 80: 256-257.
- 27) Kaypmaz A. Halk sağlığı ders notları 1: Akdeniz ülkeleri ve kist hidatik. Nobel kitapevleri. 2001;106-108.
- 28) Craig PS, Bailog W, Nelson GS. A spesific test for the identification of cyst fluid samples from suspected human hydatid infections. Trans Roy Soc Trop. Med Hyg, 1986; 80: 256-257.
- 29) Altıntaş N, Yazar S. Kistik Ekinokokkoz'da Tanı. T Parazitol Derg, 1999; 23(2): 160-168.
- 30) Pawlovski ZS. Critical points in the clinical management of cystic echinococcosis. Compedium on cystic echinococcosis. Compedium Brigham Young University Print Services. USA, 1993; 119-131.
- 31) Aldemir OS, Baykan M, Gökçen A. Konya numune hastanesinde 1986-1998 yılları arasındaki kist hidatik olgularının retrospektif de_erlendirilmesi. T Parazitol Derg, 2000; 24(1): 73-75.
- 32) Doğan R, Yüksel M, Çetin G, Süzer K, Alp M, Kaya S, Ünlü M, Moldibi B. Surgical treatment of the hydatid cysts of the king: Report of 1055 patients. Thorax Derg, 1991; 25-34.
- 33) Diagnostic Imaging Abdomen, Federle, Jeffrey, Desser, Anne, Eraso. Michael P. Federle, MD 2004. Sf:32-35.

- 34) Beggs I. The radiological appearances of hydatid disease of the liver. *Clin Radiol*, 1983; 34:555.
- 35) Manual of Diagnostic ultrasound in infectious tropical diseases, sf 143,157 Harald T. Lutz, Hassen A. Gharbi, 2006).
- 36) Khuroo MS, Wani NA, Javid G, et al. Percutaneous drainage compared with surgery of hepatic hydatid cysts. *N Engl J Med* 1997; 337: 881- 887
- 37) Men S, Hekimoğlu B, Yücesoy C, et.al. Percutaneous treatment of hepatic hydatid cysts An alternative to surg *AJR* 1999; 172; 83-89
- 38) Akhan O, Ozmen MN, Dincer A, ve ark. Liver hydatid disease: long-term results of percutaneous treatment. Department of Radiology, Hacettepe University, School of Medicine, Ankara, Turkey. *Radiology* 1996; 198: 259-264
- 39) Ustunsoz B, Akhan O, Kamiloglu MA, ve ark. Percutaneous treatment of hydatid cysts of the liver: long-term results. Department of Radiology, Gulhane Military Medical Academy, Ankara, Turkey 1999; 172: 91-96
- 40) Khuroo MS, Zargar SA, Mahajan R. Echinococcus granulosus cysts in the liver: management with percutaneous drainage. *Radiology* 1991; 180: 141-145
- 41) Köksal F, Serin MS, Kekeç Y, ve ark. İnsan ve hayvan kökenli kist hidatik sıvılarının SDS-PAGE metoduyla analizi ve Western blot metodunun klinik önemi. *T parazitel Derg* 1995; 19: 221-229
- 42)95. Tuncel E. *Klinik Radyoloji* 2008; 106-152, 520
- 43) Oyar O, Gülsoy UK, *Tıbbi Görüntüleme Fiziği* 2003;281-366
- 44) Grosman CB. *Physical Principles of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging*. Williams and Wilkins 1996:10-58
- 45) Poe LB, Manzione JV, Wasenko JJ, Kellman RM, Acute Internal Jugular Vein Thrombosis Associated with Pseudoabscess of Retropharyngeal Space. *JNR Am J Neuroradiology* 1995;164:892-6
- 46) Mukherji SK. Pharynx. In: Som PM, Curtin HD eds. *Head and Neck Imaging*. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2003.p.1513.
- 47) Signal R. Infrahyoid neck. *Radiol Clin North Am* 1998;36:781-99
- 48) Davis WL, Harnsberger HR, Smoker WR, Watanabe AS. Retropharyngeal space: evaluation of normal anatomy and disease with CT and MRI. *Radiology* 1990; 174:59-64
- 49) Altıntaş N. 2003. Past to present: echinococcosis in Turkey. *Acta Tropica* 85 (2): 105-112
- 50) Saygı G. 1996 Hydatidosis in Turkey within the last fourteen Years (1979-1993). *Cumhuriyet Univ. Pres*,
- 51) Adapınar B. Manyetik rezonans görüntüleme fiziği. In: *Temel Radyoloji Tekniği*. Kaya T, ed. Bursa: Güneş&Nobel, 1997;355-393.
- 52) Marani D. A, Canossi GC, Nicoli FA, Alberti GP, Monni SG, Casolo PM. Hydatid disease: MR imaging study. *Radiology* 1990;175:701-706.
- 53) Oyar O, Gülsoy UK. *Tıbbi görüntüleme fiziği*. Ankara: Tisamat, 2003; 291-360.
- 54) Moteki T, Horikoshi H, Oya N, Aoki J, Endo K. Evaluation of hepatic 298 lesions and hepatic parenchyma using diffusion weighted reordered turbo FLASH magnetic resonance images. *JMRI* 2002; 15:564-572.
- 55) Muller MF, Prasad P, Siewert B, Nissenbaum MA, Raptopoulos V, Edelman R. Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echo-planar system.

Radiology 1994; 190:475–483. Cilt 16 • Sayı 4 Karaciğer hidatik kistlerinin difüzyon ağırlıklı MR görüntülemesi • 287

56) Namimoto H, Yamashita Y, Sumi S, Tang Y, Takahashi M. Focal liver masses: characterization with diffusion-weighted echo-planar MR imaging. Radiology 1997;204:739–744.

57) Yamada I, Aung W, Himeno Y, Nakagawa T, Shibuya H. Diffusion coefficients in abdominal organs and hepatic lesions: evaluation with intravoxel incoherent motion echo303 planar MR imaging. Radiology 1999; 210:617–623.

58) Taouli B, Vilgrain V, Dumont E, Daire JL, Fan B, Menu Y. Evaluation of liver diffusion isotropy and characterization of focal hepatic lesions with two single-shot echoplanar MR imaging sequences: prospective study in 66 patients. Radiology 2003; 226:71–78.

59) Chan JHM, Tsui EYK, Luk HS, et al. Diffusion weighted MR imaging of the liver: distinguishing hepatic abscess from cystic or necrotic tumor. Abdom Imaging 2001; 26:161–165.

60) Demir OI, Obuz F, Sağol O, Dicle O. Contribution of diffusion-weighted MRI to the differential diagnosis of hepatic masses. Diagn Interv Radiol 2007; 13:81–86.

61) Bruegel M, Holzapfel K, Gaa J, et al. Characterization of focal liver lesions by ADC measurements using a respiratory triggered diffusion-weighted single-shot echo-planar MR imaging technique. Eur Radiol 2008; 18:477–485.

62) Mortelé KJ, Ros PR. Cystic focal liver lesions in the adult: differential CT and MR imaging features. RadioGraphics 2001; 21:895–910

63) Volders WK, Gelin G, Stessens RC. Best cases from the AFIP. Hydatid cyst of the kidney: radiologic– pathologic correlation. RadioGraphics 2001; 21:255–260

64) Pedrosa I, Saiz A, Arrazola J, Ferreiros J, Pedrosa CS. Hydatid disease: radiologic and pathologic features and complications. RadioGraphics 2000; 20:795–817.

65) WHO Informal Working Group. International classification of ultrasound images in cystic echinococcosis for application in clinical and field epidemiological settings. Acta Trop 2003;85:253–261.

66) Crippa FG, Bruno R, Brunetti E, Filice C. Echinococcal liver cysts: treatment with echo-guided percutaneous puncture PAIR for echinococcal liver cysts. Ital J Gastroenterol Hepatol. 1999 Dec;31(9):884-92.

67) Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J, Nitatori T, Araki T. Diffusion-weighted MR imaging with single-shot echo planar imaging in the upper abdomen: preliminary clinical experience in 61 patients. Abdom Imaging 1999; 24:456–461.

68) Petra Murtz, PhD, Sebastian Flacke, MD, Frank Trauber, PhD, Johan S. van den Brink, PhD Jürgen Gieseke, PhD, Hans H. Schild. RSNA 2002 Sayfa:258-264

