

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**PEDİATRİK MANYETİK REZONANS
KOLANJİYOPANKREATOGRAFİ UYGULAMALARI**

Dr. Seda KAYNAK ŞAHAP

**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ö. Suat FİTOZ**

**ANKARA
2015**

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı	: Dr. Seda Kaynak
Anabilim/Bilim Dalı	: Radyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Suat Fitoz
Sınav tarihi: 31/12/2015	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: Pediatrik Manyetik Rezonans kolanjiyopankreatikografi (MRKP) uygulamaları.	
Tezin Niteliği:	<input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi <input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak	
<input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne	
<input type="checkbox"/> Reddine	
<input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine	
<input checked="" type="checkbox"/> Oy birliği <input type="checkbox"/> Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınıza buraya yazınız	

Jüri Başkanı
Prof. Dr. Serdar Akyar
Radyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Erhan Turgut Ilgıt
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Suat Fitoz
Radyoloji Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında bilgi ve tecrübesiyle yoluma ışık tutan ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ö. Suat Fitoz' a;

Eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle yetişmemde katkıları bulunan başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Y. Serdar Akyar olmak üzere değerli hocalarım Prof. Dr. M. İlhan Erden, Prof. Dr. Umman Sanlıdilek, Prof. Dr. Sadık Bilgiç, Prof. Dr. Gülden Şahin, Prof. Dr. Gül Ayşe Erden, Prof. Dr. Cemil Yağcı, Prof. Dr. K. Çetin Atasoy, Prof. Dr. Kıvılcım Yavuz, Doç. Dr. Nuray Ünsal Haliloğlu, Doç. Dr. Esra Ünlü Özkavukçu, Doç. Dr. Evren Üstüner, Uzm. Dr. Ebru Düşünceli Atman, Uzm. Dr. Çağlar Uzun, Uzm. Dr. Elif Peker, Uzm. Dr. Başak Gülpınar, Uzm. Dr. Zehra Akkaya, Uzm. Dr. N. Kemal Altınbaş, Uzm. Dr. Sinan Genç, Uzm. Dr. A. Elçin Yıldız, Uzm. Dr. Berna Uçan ve Uzm. Dr. Derya Bako Keskin' e;

Zor ve yorucu eğitim sürecinde omuz omuza keyifle çalıştığım sevgili asistan arkadaşlarıma;

Tezimin istatistik çalışmalarında her türlü desteği sağlayan dostum Dr. Önder Aydemir' e;

Tüm eğitimim boyunca koşulsuz sevgi ve fedakarlıkla yanımda olan başta canım annem olmak üzere sevgili aileme;

Sonsuz sevgi ve desteğiyle hep yanıbaşımdaya olan eşime;

Bu süreçte ihmal etmek zorunda kaldığım, küçücük elleriyle en büyük güç kaynağım olan canım kızıma;

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Pankreatikobiliyer Sistem Anatomisi	3
2.1.1. Safra Kesesi.....	3
2.1.2. Safra Yolları	4
2.1.3. Pankreas	6
2.1.4. Anatomik Varyasyonlar	8
2.2. Pankreatikobiliyer Sistem Embriyolojisi.....	9
2.3. Pankreatikobiliyer Sistem Fizyolojisi	11
2.4. Pankreatikobiliyer Sistemde Görüntüleme Yöntemleri	12
2.4.1. Direkt Grafi	12
2.4.2. Oral kolesistografi	13
2.4.3. İntravenöz Kolanjiokolesistografi:.....	13
2.4.4. Sintigrafi.....	14
2.4.5. Ultrasonografi (US).....	14
2.4.6. Bilgisayarlı Tomografi	15
2.4.7. Direkt Kolanjiyografi	16
2.4.7.1. Perkütan Transhepatik Kolanjiografi (PTK).....	16
2.4.7.2. Endoskopik Retrograd Kolanjiopankreatografi (ERKP)	17

2.4.7.3. Operatif Kolanjiografi.....	18
2.4.8. Endoskopik Ultrasonografi (EUS):	18
2.5. Manyetik Rezonans Kolanjiopankreatografi (MRKP) Temel Prensipleri.....	18
2.5.1. Temel MR Fiziği	18
2.5.2. T1, T2 ve T2* Relaksasyonları	20
2.5.3. Temel Puls Sekansları	21
2.5.3.1. Spin Eko (SE).....	21
2.5.3.2. Gradyent Eko (GRE).....	22
2.5.3.3. 'Inversion Recovery' (IR) Sekansları	23
2.5.4. MR'da Görüntü Oluşturulması	23
2.5.4.1. Hızlı Görüntü Oluşturma.....	24
2.5.5. Manyetik Rezonans Kolanjiopankreatografi (MRKP) Tekniği	25
2.5.5.1. Çocuklarda MRKP Tekniği ve Görüntü Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	29
2.5.5.2. Çocuklarda MRKP Klinik Endikasyonları.....	32
2.5.5.2.1. Biliyer Atrezi	32
2.5.5.2.2. Koledok Kistleri.....	34
2.5.5.2.3. Pankreatikobiliyer Bileşkenin Değerlendirilmesi	35
2.5.5.2.4. Pankreatit	36
2.5.5.2.5. Kolanjit-Primer Sklerozan Kolanjit (PSK).....	37
2.5.5.2.6. Kolelitiazis.....	38
2.5.5.2.7. Postoperatif Biliyer Anatomi ve Komplikasyonlar.....	38
2.5.5.3. MRKP Yorumlanmasında Tuzaklar ve Kısıtlılıklar.....	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	41
3.1. Hasta Popülasyonu	41
3.2. MRKP Tekniği	42

3.3. Görüntü Analizi.....	43
3.4. İstatistiksel Analiz	45
4. BULGULAR.....	46
5. OLGU ÖRNEKLERİ	58
6. TARTIŞMA	65
7. SONUÇ.....	75
ÖZET.....	77
SUMMARY	78
KAYNAKLAR	79

SİMGELER VE KISALTMALAR

APBB	: Anormal pankreatikobiliyer bileşke
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
EKG	: Elektrokardiyogram
ERKP	: Endoskopik Retrograd Kolanjiopankreatografi
ETL	: Echo Train Lenght
EUS	: Endoskopik ultrasonografi
FLAIR	: Fluid attenuated inversion recovery
FOV	: Field of View
FSE	: Fast Spin Echo
GRE	: Gradyent Echo
HASTE	: Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin-Echo
IR	: Inversion Recovery
IV	: İntravenöz
İBH	: İnflamatuvar Barsak Hastalığı
MIP	: Maksimum İntensite Projeksiyon
MR	: Manyetik Rezonans
MRKP	: Manyetik Rezonans Kolanjiopankreatografi
PSK	: Primer Sklerozan Kolanjit
PTK	: Perkütan Transhepatik Kolanjiografi
RARE	: Rapid Acquisition with Rapid Enhancement
RF	: Radyofrekans
SE	: Spin Echo
SNR	: Signal-Noise Ratio/ Sinyal-Gürültü Oranı
SPIR	: Spectral Inversion Recovery
SSFSE	: Single-Shot Fast Spin Echo
STIR	: Short Tau Inversion Recovery

TE : Time to Echo
TR : Time to Repeat
TSE : Turbo Spin Echo
US : Ultrasonografi
2B/2D : İki Boyutlu
3B/3D : Üç Boyutlu

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 3.1.	Optima MR 450 W, GE 1.5 tesla MR cihazı çekim parametreleri	43
Tablo 3.2.	Philips 1.5 tesla MR cihazı çekim parametreleri	43
Tablo 4.1.	Yaş gruplarına göre anestezi uygulanma durumu ve görüntü kalitesi	47
Tablo 4.2.	Kalın slab ve 3D İmajlarda Sağ Lob Proksimal Safra Kanallarının Görülebilirliğinin Değerlendirilmesi	48
Tablo 4.3.	Kalın Slab ve 3D İmajlarda Sol Lob Proksimal Safra Kanallarının Görülebilirliğinin Dağılımı	48
Tablo 4.4.	Kalın Slab ve 3D İmajlarda Sistik Kanalin Görülebilirliğinin Dağılımı	49
Tablo 4.5.	Kalın Slab ve 3D İmajlarda Pankreatik Kanal Kuyruk Bölümünün Görülebilirliğinin Dağılımı	49
Tablo 4.6.	Çalışmada Saptanan Biliyer Varyasyon Tipleri ve Sıklığı	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1. Safra yolları anatomisi	5
Şekil 2.2. Pankreas ve biliyer sistemin embriyolojik gelişimi	10
Şekil 2.3. Koordinat eksenleri	19
Şekil 2.4. Doku manyetizasyonu ölçümü	20
Şekil 2.5. Spin eko puls diyagramı	22
Şekil 2.6. Gradient eko puls diyagramı	23
Şekil 2.7. Koledok kistleri Todani sınıflaması	34
Şekil 3.1. Biliyer varyasyon sınıflaması	45
Şekil 5.1-5.9. Örnek olguların MRKP bulguları	58-64

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Manyetik rezonans kolanjiopankreatografi (MRKP); pankreatikobiliyer sistem patolojilerinin noninvaziv değerlendirilmesinde kullanılan görece yeni bir MR tekniğidir. Ağır T2 ağırlıklı sekansların kullanıldığı bu yöntemde, safra ve pankreatik kanallar gibi statik veya yavaş hareket eden sıvı dolu yapılar sinyali çok artar ve T2 relaksasyon süresi kısa olan arka plandaki dokulara göre artmış kontrast ile sonuçlanır (1).

MRKP ilk olarak iki dekat önce tanımlanmış olup bu süre boyunca uzaysal çözünürlük ve görüntü elde etme hızındaki gelişmelerin yardımıyla önemli gelişmeler göstermiştir. Günümüzde MRKP'nin, endoskopik retrograd kolanjiopankreatografi (ERKP)'ye noninvaziv bir alternatif olarak birçok biliyer patolojinin değerlendirilmesinde rolü kanıtlanmıştır (2).

İyonizan radyasyon içermemesi, kontrast madde kullanımına gerek olmaması, sedasyon gerektirmemesi ve multiplanar görüntü oluşturabilme yeteneği MRKP'nin avantajlarından. Ayrıca obstrüksiyon proksimalindeki safra yollarının da değerlendirilmesine olanak sağlaması ve konvansiyonel MR'ın incelemeye eklenmesiyle ekstraduktal yapıların değerlendirilebilme kapasitesi ile ERKP'ye üstünlük sağlar (3, 4).

Çocuklarda yüksek kaliteli MRKP görüntüleri elde etmek, pediatrik safra kanallarının küçük çapı ve harekete bağlı artefaktlar nedeniyle oldukça zordur. Bununla birlikte, daha iyi sarmal teknolojisi, artmış görüntü elde etme hızı, solunum kompanzasyon tekniklerinde gelişmeler ve yeni sekanslar sayesinde görüntü kalitesi sürekli iyileşmektedir (5).

Çocuklarda MRKP kullanımı, sedasyon ve anestezi gerekliliği, yüksek maliyet, ulaşılabilirliğin sınırlı olması ve uzun çekim süresi nedeniyle sınırlıdır. Tüm bunlara rağmen MRKP, koledok kistleri, rekürren pankreatit, primer sklerozan kolanjit ve transplante karaciğer gibi çeşitli antitelerin değerlendirilmesinde ERKP'nin iyi bir alternatifidir ve seçilmiş olgularda ERKP'nin de önüne geçebilir (5).

Çalışmamızda; Eylül 2011 ile Mayıs 2015 tarihleri arasında bölümümüzde pediatrik yaş grubunda gerçekleştirilmiş olan MRKP incelemelerine ait;

- Bulguların sunulması
- Pankreatikobiliyer anatominin görülebilirliğinin 3D ince kesit görüntüler ile kalın slab görüntüler arasındaki farklılığının belirlenmesi
- Yaş gruplarına göre pankreatikobiliyer anatomi görülebilirliği ve görüntü kalitesinin skorlanması
- Biliyer varyasyonların varlığı ve sıklığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pankreatikobiliyer Sistem Anatomisi

2.1.1. Safra Kesesi

Safra kesesi, karaciğerin viseral yüzünde, sağ ve sol loblar arasında yer alan ovoid şekilli bir organdır. Safra kesesinin boyutu ve şekli değişiklik gösterebilse de ortalama 7-10 cm, genişliği 3-4 cm'dir. Hacmi normalde 30-50 ml'dir, ancak duvarları sağlam ve genişleme yeteneği çok fazla olduğundan kese yırtılmadan 200-250 ml kadar mayi alabilir. Duvarı normalde 2-3 mm kalınlığındadır ve mukozası basit kolumnar epitelden meydana gelir (4).

Safra kesesi dört bölümden oluşur:

- 1- Fundus
- 2- Gövde
- 3- İfundibulum
- 4- Boyun

Safra kesesi fundusu karaciğerin ön kenarına kadar uzanır. Karın ön duvarı ile 9. kosta kartilaj hizasında temas halindedir. İnfirior kesimde ise hepatik fleksura ile komşudur. Gövde arkaya, yukarıya ve içe doğru bir eğimle yer alır. Üst yüzü karaciğerin safra kesesi fossası ile, alt yüzü ise duodenum 1. ve 2. kıtası ve transvers kolonla komşuluk halindedir, dolayısıyla bu yakın ilişki tanımlanan organlara adezyon ve fistül gelişimi potansiyelini açıklar. Kese boynu, dar olan posterosuperior kısmıdır, porta hepatis'e doğru döner ve sistik kanal ile devam eder. Boyun ve gövde arasındaki kısma infundibulum veya Hartman poşu denir. Bu bölüm safra taşlarının en sık yerleştikleri yerdir. Kese boynundaki ve sistik kanal duvarındaki spiral şeklinde müköz membran kalıntılarına Heister valvleri adı verilir (6-8).

Safra kesesi karaciğer içine gömülü olabileceği gibi mezenter'e bağlı olarak iliak fossaya kadar uzanabilir. Safra kesesinin alt yüzü karaciğerin visseral yüzünde bulunan safra kesesi fossasına bağ dokusu uzantıları ile tutunur. Kesenin üst yüzü

peritonsuzdur. Alt yüzü ise karaciğerin viseral yüzünü örten periton tarafından örtülmüştür (4, 6, 7).

Safra kesesi arterleri; arteria hepatica propria'nın dalı olan sistik arterden gelir. Sistik arter kese boynu hizasında iki dala ayrılır. Ön dal kesenin alt yüzünde, arka dal ise kesenin karaciğere yapışık olan üst yüzünde dağılır.

Venöz drenaj; sistik ven iledir ve devamında portal vene dökülür.

Sinirleri; çölyak pleksustan gelir.

Lenfatikler; submukozal ve subperitoneal tabakalarda çok sayıda lenfatik damar vardır. Bunlar safra kesesi boynundaki sistik bezleri, ana safra kanalı boynundaki bezlere doğru drene eder ve burada pankreas başından gelen lenfatikler ile anastomoz yapar.

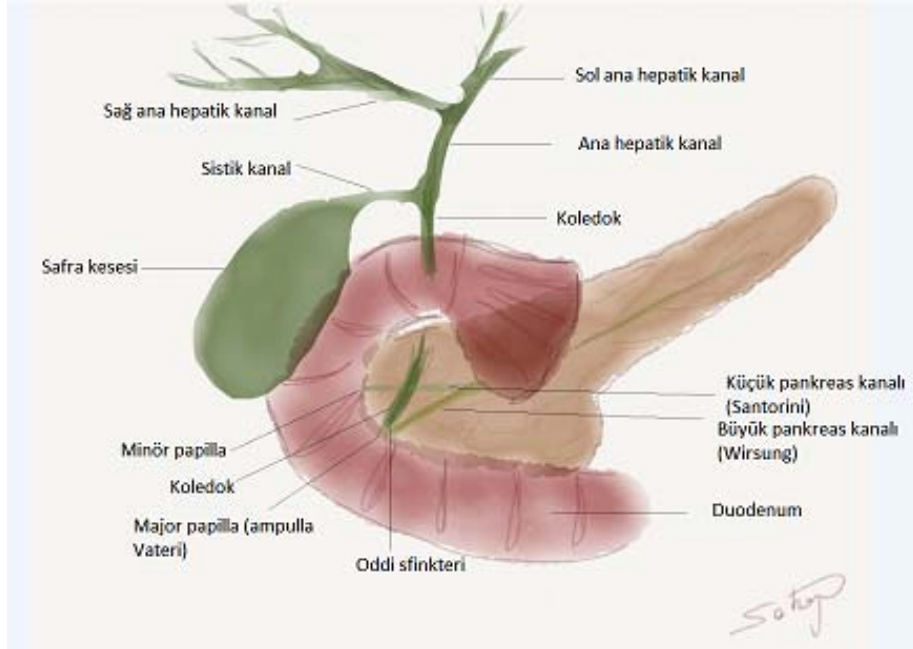
Sistik kanal; safra kesesi boynundan başlar ve başladığı yerde bir kıvrım yaparak küçük omentumun ligamentum hepatoduodenale parçasının iki yaprağı arasında sola ve aşağıya uzanarak ana hepatik kanal ile birleşir. Sistik kanal, ligamentum hepatoduodenale içerisinde ilerlerken arteria hepatica propria'nın sağında ve vena porta'nın önünde bulunur. Sistik kanal ve ana hepatik kanal birleşme yeri aşağı veya yukarıda olabildiğinden uzunluğu 3-5 cm olabilir. Erişkindeki çapı 3-4 mm'dir. Sistik kanal içerisinde mukoza plikaları (Heister plikaları) bulunur ve kanalın duvar yapısı safra kesesine benzer (6).

2.1.2. Safra Yolları

İntrahepatik ve ekstrahepatik olmak üzere iki bölüme ayrılır.

İntrahepatik safra yolları, cidarsız safra kapillerlerinden başlar. Bu kapillerler, içine hücre membranı tarafından safra sıvısı salgılanan karaciğer hücrelerinin arasında bulunur. Kapillerler periferde kübik epitel ile döşeli borucuklar haline gelirler. Bunlar birleşerek terminal safra yollarını oluştururlar. Karaciğer içerisinde ilerleyen bu safra yolları birbirleri ile birleşirler, sonunda kanalların sayısı gittikçe azalır ve çapları büyür. Bulunduğu bölgeye göre karaciğerin sağ ve sol loblarındaki safra kanalları, sağ ve sol hepatik kanalları meydana getirir ve bunlar porta hepatiste ana hepatik kanalı oluşturmak üzere birleşirler. Ana hepatik safra kanalı safra

kesesinden gelen sistik kanalın katılımı sonrası ana safra kanalı (koledok) adını alır ve bu bölüm duodenuma açılana dek sürer (6, 9, 10) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Safra yolları anatomisi

İntrahepatik biliyer sistem, portal ven dallarına paralel seyredir. Sağ hepatik kanal karaciğer sağ lobunun segmentlerini (V-VIII) drene eder ve iki ana dalı vardır: sağ posterior segment dalı (segment VI ve VII'yi drene eden) ve sağ anterior segment dalı (segment V ve VIII'i drene eden). Sağ posterior segment dalı neredeyse horizontal seyir gösterirken, sağ anterior segment dalı daha vertikal seyir gösterir. Sağ posterior segment dalı genellikle anterior segment dalının arkasında bulunur ve medial yaklaşımla anterior segment dalı ile birleşerek sağ ana hepatik kanalı oluşturur. Sol ana hepatik kanal segment II-IV'ü drene eden segmental dallar tarafından oluşturulur. Kaudat lobu drene eden safra kanalları genellikle sağ veya sol hepatik kanalın orjinine açılır. Sağ ve sol hepatik kanal, ana hepatik kanalı oluşturur. Sistik kanal genellikle sağ ve sol hepatik kanal konfluensinin aşağısından ana hepatik kanala lateral yaklaşımla katılır. Bu normal biliyer anatomi insanların %58'inde görülür (11).

Ekstrahepatik safra yollarının başlangıç bölümünü ana hepatik kanal oluşturur. Ana hepatik kanal küçük omentum ligamentum hepatoduodenale parçasının sağ kenarında, arteria hepaticanın ve vena portanın sağında ve her iki damarın ventralinde bulunur. Uzunluğu 2-4 cm, çapı 4 mm kadardır. Küçük omentum içinde dar bir açı yaparak duktus sistikus ile birleşir ve ana safra kanalını oluşturur. Çok nadir de olsa ana hepatik kanal ve sistik kanal birleşmezler ve ayrı ayrı duodenuma açılırlar (8, 9).

Koledok, küçük omentum katları arasında, portal ven önünde ve hepatik arter sağında ilerler. Duodenum birinci kısmı arkasından, pankreasın baş kısmının posteriorundaki oluğun içinden geçer ve duodenumun ikinci kısmına açılır. Kanal, duodenum posteromedial duvarında oblik seyreder ve bu bölümün orta kısmında sıklıkla ana pankreas kanalı ile birleşir. Böylece 'ampulla Vateri' oluşur. Ampulla mukoza membranını içeri doğru iterek bir tümsek yapar ve buna 'duodenal papilla' denir (6, 7).

Ana safra kanalı erişkinde yaklaşık 6-8 cm uzunluğunda ve 4-5 mm çapında olup, suprapankreatik, intrapancreatik ve ampullar olmak üzere üç kısma ayrılır. Duodenum ikinci kısmı duvarı içinde bulunan intramural bölüm yaklaşık 1-1.5 cm uzunluğunda olup, bu parça papilla duodeni major'a ya pankreatik kanal ile birleşerek ya da birleşmeden ayrı olarak açılır. Bu son parçanın 'duodenal papilla' içindeki bölümü genişlemiştir ve ampulla Vateri adını alır. Bu ampullanın çevresinde 'Oddi sfinkteri' adı verilen düz kas lifleri vardır. Bu kas lifleri yardımıyla koledok kapatılarak safranın, safra kesesinde birikerek depo edilmesi ve gerekince duodenuma aktarılması sağlanmış olur. Sfinkter bölgesi ve sistik kanal dışında kalan ekstrahepatik safra yollarının duvarı elastik liflerden oluşmuştur ve yaş ilerledikçe bu liflerin elastikiyetini kaybetmesi kanalların genişlemesine neden olmaktadır (4, 6-8).

2.1.3. Pankreas

Pankreas anatomik olarak retroperitoneal bölgede anterior pararenal kompartmanda yer alan endokrin ve ekzokrin görevleri olan bir organdır. Ekzokrin bölümü asinilerden oluşmaktadır ve sekresyon ürünleri kanaliküler sistem ile

pankreatik kanala drene olmaktadır. Endokrin komponenti ise adacık hücre gruplarından oluşmaktadır.

Pankreas epigastrik bölgede lomber vertebralar ventralinde, mide dorsalinde yer almaktadır. Kuyruktan başa doğru 11. torakal vertebradan 2. lomber vertebraya oblik doğrultuda horizontal bir seyir göstermektedir. Pankreas uzunluğu 12-20 cm, genişliği 3-5 cm, kalınlığı 1-3 cm arasında değişmektedir (12). Pankreas baş, boyun, gövde ve kuyruk olmak üzere dört bölüme ayrılır. Pankreas başı superior mezenterik venin sağında, duodenum kavsi içinde yerleşir. Unsinat proses, pankreas başının kaudal parçasının uzanımıdır, triangüler şekillidir ve anteromedial sınırı düzgün veya konkav olabilir. Pankreas boynu, pankreas başının solunda ve superior mezenterik venin ventralinde yerleşmiş dar bölümüdür. Gövde ve kuyruk küçük omentum ve midenin arkasında yerleşmiştir (13).

Ana pankreatik kanal çapı erişkinde baş bölümünde 3.5 mm, gövdede 2.5 mm ve kuyrukta 1.5 mm olup uzunluğu 9.5-25 cm kadardır. 20-30 adet kollateral dal, ana pankreatik kanala dökülür. Ana pankreatik kanal sıklıkla ikiye bölünür: Wirsung (ventral pankreatik kanal) ve Santorini (dorsal pankreatik kanal). Wirsung, ana safra kanalı ile birleşir ve major papillaya açılır. Santorini ise, pankreas başının anterior ve superior bölümünü drene eder ve minör papillaya açılır. Distal ana safra kanalı ve Wirsung, duodenuma girmek için Oddi sfinkterini geçer. Olguların çoğunda (%80-90), ana safra kanalı ve Wirsung kanalı bu sfinkterik segment içinde birleşir ve 10-15 mm uzunluktadır. Bu ortak kanal uzun (Y-tip konfigürasyon) veya kısa (V-tip konfigürasyon) olabilir (14).

Ana safra kanalı ile pankreas başı arasında üç olası anatomik ilişki söz konusudur: popülasyonun %51'inde pankreatik doku ana safra kanalını posteriordan kısmen sarar, %30'unda tümüyle sarar ve % 16.5'inde ise hiç sarmaz (15).

Pankreasın arterleri; arteria splenika, arteria pankreatikoduodenales superior, arteria pankreatikoduodenales inferior'dan gelir.

Venöz drenajı; vena porta, vena splenika ve vena mezenterika superior'a dökülür.

Lenfatikleri; kan damarlarını izleyerek pankreatik lenf nodları, pankreatikoduodenal lenf nodları ve bu lenf nodlarından superior mezenterik ve çöliak lenf nodlarına dökülür.

Sinirleri; plexus splenicus içinde nervus vagus ve nervus splanchnici'den gelir. Langerhans adacıkları özellikle kolinerjik innervasyondan zengindir. Parasempatik etki insülin ve glukagon salınımını artırırken, sempatik etki insülin salınımını inhibe eder (12).

2.1.4. Anatomik Varyasyonlar

Biliyer sistemde sağ posterior segment dalının, sağ anterior segment dalı ile konfluensinden önce sol hepatik kanala açılması biliyer sistemin en sık anatomik varyasyonudur ve popülasyonun %13-19'unda görüldüğü raporlanmıştır (11, 16, 17).

Popülasyonun yaklaşık %12'sinde sağ posterior segment dalı, sağ anterior segment dalının arkasından geçmez ve anterior segment dalına sağ kenarından boşalır (17).

Popülasyonunun %11'inde sağ anterior ve posterior segment dallarının ve sol hepatik kanalın birlikte trifikasyon oluşturacak şekilde ana hepatik kanala açılması görülebilir.

Sistik kanal anatomisinde sıklıkla üç varyasyon göze çarpar: sistik kanalın, distal 1/3 ekstraheptik safra kanalı ile birleşmesiyle karakterize aşağı sistik kanal insersiyosu (%9), sistik kanalın ana hepatik kanalın soluna açıldığı medial sistik kanal insersiyosu (%10-17) ve sistik kanalın ana hepatik kanala paralel seyir göstermesidir. (%1.5-25).

Sağ posterior segment dalının, sağ veya sol kenarından ana hepatik kanala direkt drenajı aberan hepatik kanal olarak bilinen varyasyondur (18).

Anormal pankreatikobiliyer bileşke (APBB), pankreatik kanal ve ana safra kanalının duodenal duvarın dışında birleşmesi ve uzun ortak kanal oluşumu (erişkinde > 15 mm, çocukta > 5 mm) ile karakterizedir. Uzun ortak kanalın varlığı pankreatik sekresyonların biliyer sisteme reflüsüne ve olasılıkla koledokal veb veya kist formasyonu oluşumuyla sonuçlanır. Ters olarak da safra kanalının pankreatik kanala

reflüsü pankreatite neden olabilir (18). Anormal bileşke, pankreatikobiliyer komplikasyonlar gelişmeden önce tanı almalı ve cerrahi olarak tedavi edilmelidir (19).

2.2. Pankreatikobiliyer Sistem Embriyolojisi

Fetal hayatın 4. haftasında, ön ve orta barsak bileşkesinden ventral ve dorsal tomurcuklar gelişir. Safra kesesi, ekstrahepatik safra kanalları, santral intrahepatik safra kanalları ve ventral pankreas-kanal sistemi ventral tomurcuktan (hepatik divertikulum), dorsal pankreas-kanal sistemi ise dorsal tomurcuktan (dorsal mezogastrium) gelişir (20).

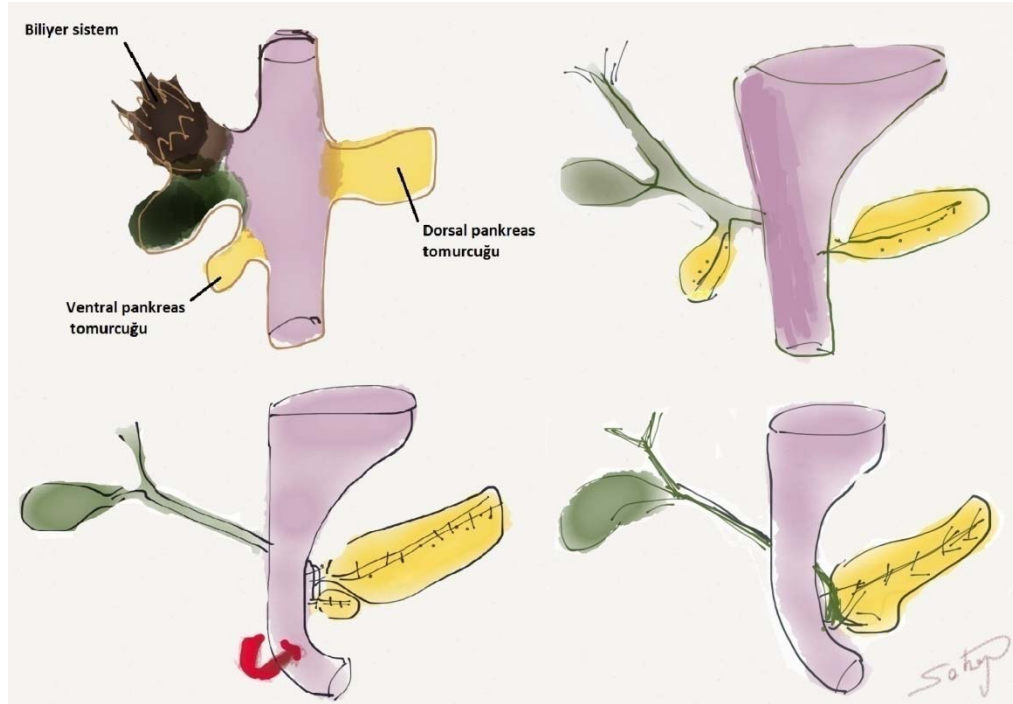
Karaciğer ve safra yolları fetal hayatın 4. haftasında, vitellus kesesinin tam baş kısmında, primer ön barsağın ventral duvarından tomurcuk şeklinde keselenmeye başlar. İki hücre tomurcuğu karaciğerin sağ ve sol loblarını oluştururken ilk ana tomurcuk uzar. Bir yandan ana safra kanalını yaparken diğer tarafında hepatik kanalı oluşturur. Safra kesesi ilk tomurcuktan ikinci bir tomurcuklanma şeklinde oluşur. Safra kanalı, intrauterin hayatın erken evresinde açık iken bir süre sonra epitel proliferasyonu sonucu lümeneye doğru kalınlaşmaya başlar ve içi dolularak solid yapı haline gelir. Daha sonra bu solid yapı safra kesesi tomurcuğunun ortasından boşalmaya başlar. Böylece tüm safra yolları rekanalize olur ve organlar morfolojik şeklini almaya başlar. Rekanalizasyonun gerçekleşmemesi sonucu safra kesesi gelişmez veya atrezik kalır. Beşinci haftada safra kesesi, sistik kanal ve hepatik kanal anatomik şeklini almış olur. Üçüncü aydan başlayarak fetal karaciğer safra salgılamaya başlar. Konjenital anomalilerin büyük kısmı, ön barsaktan oluşan orjinal tomurcuklanmadaki değişiklikler ile içi dolu olan safra kesesi ve safra divertikülünün rekanalizasyonundaki yetersizlikle ilgilidir (6).

Pankreas, gestasyonun 4. haftasında ön barsağın kaudal ucunda divertikül olarak iki tomurcuk halinde gelişmeye başlar. Daha erken gelişen dorsal tomurcuk dorsal mezogastriumdan, gestasyonun 28. gününde köken almaktadır. Ventral tomurcuk ise hepatik divertikulumdan gelişir (21).

Duodenum sağa rotasyon yapar ve C şeklini alırken, ventral pankreas tomurcuğu da tıpkı koledoğun duodenuma giriş yeri gibi arkaya doğru göç eder.

Sonuçta, ventral tomurcuk dorsal tomurcuğun hemen altında ve arkasında yer alır. Daha sonra, dorsal ve ventral pankreas tomurcuklarının parankim ve kanal sistemleri birbirleriyle birleşir. Ventral tomurcuk uncinat prosesi ve pankreas başının inferior parçasını oluşturur. Bezin geri kalan kısımları dorsal tomurcuktan gelişir. Ana pankreas kanalı (Wirsung), dorsal pankreas kanalının distali ve ventral pankreas kanalının tümünün birleşmesi ile meydana gelir. Dorsal pankreas kanalının proksimal kısmı tümüyle oblitere olur veya aksesuar pankreas kanalı (Santorini) adı verilen küçük bir kanal halinde kalır. Ana pankreas kanalı, koledokla birlikte duodenuma major papilla, aksesuar kanal ise minör papilla yoluyla açılır. Olguların %10'unda kanal sistemi hiç birleşmez ve ayrı ayrı duodenuma açılabilir (22) (Şekil 2.2).

Pankreas füzyonu esnasında ortaya çıkan problemler agenezi, aplazi, hipoplazi, divizum veya anüler pankreas gibi anomaliler ile sonuçlanır (21).



Şekil 2.2. Pankreas ve biliyer sistemin embriyolojik gelişimi

2.3. Pankreatikobiliyer Sistem Fizyolojisi

Karaciğer tarafından sürekli salgılanan safra, normalde safra kesesinde depo edilerek gerektiğinde duodeuma akar (6, 23). Safra yolları ve safra kesesinin en önemli fizyolojik rolü; safrayı yoğunlaştırmak, etkili ve iyi zamanlanmış olarak belirli miktarlarda barsağa iletmektir (24). Günlük toplam safra sekresyonu yaklaşık 500-1500 ml arasındadır. Safra kesesi hacmi 30-50 ml kadardır, bununla birlikte 12 saatlik safra salgısı kesede depo edilebilir (6, 23). Açlıkta, Oddi sfinkterinin tonik kasılması sonucu karaciğer safrasının yaklaşık yarısı depolanmak ve yoğunlaştırılmak üzere safra kesesine aktarılır (24). Yemekler arası dönemde safra kesesinde biriken safra genellikle 5 kat yoğunlaştırılır. Ancak 12-18 kata kadar da yoğunlaştırılabilmektedir. Safradaki en bol madde olan safra tuzları, hepatositlerce kolesterol ön maddesinden yapılan steroid molekülleridir. Ön madde olan kolesterol ya vücutta sentez edilir veya yiyecekler ile dışarıdan alınır. Safra tuzlarının intestinal kanalda iki önemli görevi söz konusudur. İlk olarak besinlerdeki yağ partikülleri üzerine deterjan etkileri mevcuttur, partiküllerin yüzey gerilimini azaltarak küçük yağ parçacıklarına parçalanmalarına neden olurlar. İkinci olarak safra tuzları; yağ asitleri, monogliserol, kolesterol ve diğer lipidlerin intestinal kanalda emilimine yardım ederler. Safra tuzları bu işlevini lipidler ile küçük kompleksler yaparak gerçekleştirirler. Miçel adını alan bu kompleksler safra tuzlarının elektriksel yükleri nedeni ile erir durumda kalırlar. Lipidler bu yapı içinde mukozadan emilirler. İntestinal kanalda safra bulunmadığı zaman lipidlerin %40'ı feçesle kaybedilir ve yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri absorbe edilemez. K vitamininin vücutta deposu olmadığından ve karaciğerde bazı koagülasyon faktörlerinin sentezinde rol aldığından pıhtılaşma bozuklukları ortaya çıkabilir (6, 23).

Kolat ve kenodeoksikolat primer safra tuzlarıdır. Barsak bakterileri bunları değiştirerek sekonder safra tuzları olan dezoksikolat ve litokolat'a dönüştürür. Primer safra tuzları geri emilirken, litokolat ise dışkı ile atılır. Safra %40 kolat; %40 kenodeoksikolat, %20 dezoksikolattan oluşur. Safra asidlerinin büyük bir kısmı ince barsak mukozasından, özellikle terminal ileumdan etkili bir şekilde geri emilir ve safraya verilmek üzere karaciğere gelir ki, bu olaya entero-hepatik dolaşım adı verilir (24).

Safra tuzları, lesitin ve kolesterol safradaki erimemiş maddelerin %90'ıdır. Geri kalanı, bilirubin, yağ asitleri ve inorganik tuzlardır. Safraya günde 250-300 mg bilirubin verilir. Eritrositlerin yıkımından kaynaklanan indirekt bilirubin, hepatosit tarafından direkt bilirubine çevrilerek safraya verilir. Direkt bilirubin barsakta ürobilinojene döner. Ürobilinojenin çok az bir kısmı entero-hepatik dolaşıma girer (24).

Safra kesesinde depolanan safra şu mekanizma ile salınır:

Bazı besinlerin, özellikle de yağlı yiyeceklerin alımından sonra duodenum üst kesim duvarlarından kolesistokinin salınır (6, 7, 23). Kolesistokinin, safra kesesinin kasılması ve sfinkterin gevşemesi için en önemli fizyolojik uyarandır (24). Kolesistokinin kana girdikten sonra safra kesesine giderek, kesede spesifik kontraksiyonları uyarır. Bu kasılmaların yarattığı basınçla birlikte safra fişkirir tarzda duodenuma iletilir. Safra kesesinin tümüyle boşalması 15 dk içinde gerçekleşir ve bu sırada Oddi sfinkteri de gevşemiştir. Ayrıca gastrik sekresyona eşlik eden vagal stimülasyon ya da çeşitli intestinal refleksler de safra kesesinde zayıf kontraksiyonlar yaratarak akışa yardımcı olmaktadır (6, 7, 23, 24).

2.4. Pankreatikobiliyer Sistemde Görüntüleme Yöntemleri

Bu bölümde, MRKP dışındaki pankreatikobiliyer sistem görüntüleme yöntemleri ile ilgili genel bilgiler aktarılacaktır. Çalışmamızın temelini oluşturduğundan MRKP ile ilgili bilgiler ileride daha geniş olarak verilecektir.

2.4.1. Direkt Grafi

Direkt grafiler geçmişte yaygın olarak kullanılmış tanı araçlarıdır. Ancak tanısal değerleri azdır. Safra kesesi ve yolları normalde düz grafilerde görülmez. Safra kesesi taşlarının %10-15'i düz grafide görülebilir. Porselen safra kesesi ve amfizematöz kolesistit düz grafide tanınabilen diğer safra kesesi patolojileridir. Düz röntgenogramda safra yolları sadece hava veya kalsifikasyon ile çevrili ise görülebilir. Nadiren safra yollarındaki taşlar da görülebilir (4).

2.4.2. Oral kolesistografi

1970'lerde safra kesesi hastalıklarının tanısında altın standart teknik oral kolesistografi olmuştur. Daha sonra yerini ultrasonografiye bırakmıştır. Oral kolesistografi safra kesesi taşlarının saptanmasında oldukça yüksek duyarlılığa sahiptir. Ayrıca adenomyomatozis, kolesterolozis, polipler ve anatomik varyasyonlar gibi diğer safra kesesi patolojilerinin tanısında da yararlanılmıştır.

Oral kolesistografi safra kesesinin opasifiye olmasını sağlayan oral kontrast madde verilerek yapılır. Kontrast madde sıklıkla iopanoik asittir. Kontrast madde incelemeden 14-18 saat önce hastaya içirilir. Ertesi sabah hastaya aç karnına tetkik yapılır.

Oral kolesistografide safra kesesi normalde homojen opak ve düzgün konturlu olarak izlenir. Taşlar dolum defekti olarak kendini gösterir. Kontrast madde tekrarına rağmen dolmayan veya zayıf dolum gösteren kese durumları safra kesesi patolojilerine işaret eder (4).

Dolmayan kese nedenleri; opak maddenin absorbe olmaması (akalazya ve pilor stenozu gibi nedenlerle ilacın barsağa geçememesi, hastanın ilacı almaması, kusma ve ishal gibi nedenlerle), opak maddenin safra içerisine sekresyonunda sorun (siroz gibi karaciğer fonksiyonlarını bozan patolojiler ve serum bilirubin düzeyinin yüksek olması nedeniyle), opak maddenin kese içine girememesi (kese yoktur veya sistik kanal tıkalıdır) ve kesenin pitotik veya ektopik yerleşimli olması olarak özetlenebilir (6, 7, 9).

2.4.3. İntravenöz Kolanjiokolesistografi:

Günümüzde kullanımı olmayan yöntemlerden biridir. İntravenöz (IV) yolla suda eriye i yodlu kontrast madde verilerek safra yollarını ve safra kesesini röntgenolojik olarak gösterme yöntemidir. Başlıca ana safra kanalını göstermek amacıyla uygulanır. Oral kolesistografide kese dolmazsa çoğunlukla incelemeye bu yolla devam edilir. Kolesistektomiden sonra veya koledok taşı düşünülen olgularda doğrudan uygulanabilir (6, 7, 9).

Opak maddenin IV olarak yavaş yavaş enjeksiyonundan 15-20 dakika sonra alınan röntgenogramlarda safra yolları görülür. Kesenin dolmuş süresi değişiktir. Bazılarında erken dolar, diğerlerinde iki saate kadar uzayabilir. Bu nedenle IV kolanjiografide kesenin dolmadığını söylemek için hastanın en az iki saat izlenmesi gerekir. Kontrast madde konsantrasyonu 120. dakikada 60. dakikaya göre daha fazla ise koledok kanalının kısmi tıkanmasından söz edilebilir.

Oral kolesistografide dolmayan kese nedeni olan, opak maddelerin emilimi ve konsantrasyonu ile ilgili faktörlerin bu yöntem ile ortadan kalkması ve koledoğun her olguda görülmesi yöntemin üstünlüğüdür. Buna karşılık incelemenin iki saat ve daha uzun sürmesi, biligrafinin safra ile iyi bir şekilde karışmayarak ayakta çekilen grafilerde yüzen taşlara benzer tabakalaşması, bazen kesenin dolmasının çok uzaması nedeni ile yanlış olarak dolmayan kese tanısının konması ve ilaç reaksiyonlarının daha sık ve şiddetli görülmesi yöntemin sakıncalarını teşkil eder (7, 9).

2.4.4. Sintigrafi

Kolesintigrafi esas olarak akut kolesistit tanısı için kullanılan, IV teknesyum 99m iminodiasetik asit uygulanmasına dayanan bir yöntemdir. Kolesintigrafide safra kesesinin dolmaması sistik kanalın fonksiyonel tıkanıklığına işaret eder ve akut kolesistit için tanı koydurucudur.

Biliyer sintigrafi; erken safra yolu tıkanıklıklarının gösterilmesi, Oddi sfinkter yetmezliği ve kolesistektomi veya biliyer enterik anastomozlardan sonra safra kaçaklarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılır (4).

2.4.5. Ultrasonografi (US)

Ultrasonografi, safra kesesi hastalıklarının değerlendirilmesinde primer görüntüleme modalitesidir ve şüpheli safra yolu hastalığı olan hastalarda en sık kullanılan tarama yöntemidir. Ultrasonografi, noninvaziv, hızlı ve kolay uygulanabilir bir modalitedir. İyonizan radyasyon içermez ve bu nedenle hamilerlerde ve çocuklarda güvenilirdir. Eş zamanlı olarak diğer üst abdominal organların da değerlendirilebilmesi bir diğer avantajdır (25).

Ultrasonografinin en sık endikasyonu safra kesesi taşlarıdır. Safra kesesi taşlarının saptanmasında duyarlılığı ve özgüllüğü %95-99'lara ulaşmaktadır. Kolesistit tanısında ultrasonografinin pozitif ve negatif prediktif değerleri sırasıyla %92 ve %95'tir. Safra kesesi neoplazileri ve adenomyomatozis ultrasonografide karakteristik bulguları olan diğer patolojiler arasındadır (25, 26).

Biliyer ultrasonografinin ana amacı safra yollarında dilatasyon varlığını değerlendirmektir. Ekstrahepatik safra yollarının genişlemesi biliyer tıkanıklığın varlığı açısından duyarlı bir bulgudur. İntrahepatik safra yolları sadece genişlemiş ise sonografide görülebilir. İntrahepatik ve ekstrahepatik safra yollarındaki genişleme erken evrede dahi kolaylıkla saptanabilir (25). Safra yolu dilatasyonunu saptamada US'nin duyarlılığı %55-95 arasında değerlerde saptanmıştır. Ancak US gaz süperpozisyonunda ve obstrüksiyona rağmen safra yolu dilatasyonunun bulunmadığı durumlarda yetersiz kalabilir. Özellikle de distal koledok patolojilerinin görüntülenmesi sorunludur. Obstrüksiyonun seviyesi ve nedeninin saptanmasında US, bilgisayarlı tomografi (BT) ve direkt kolanjiografiye göre daha az etkilidir (27).

2.4.6. Bilgisayarlı Tomografi

Ultrasonografi ile kıyaslandığında bilgisayarlı tomografinin safra kesesi taşlarını saptamadaki duyarlılığı düşüktür (%80-85). Bilgisayarlı tomografinin esas endikasyonu safra kesesi kanserinin tanı ve evrelemesi ile kolesistit komplikasyonlarının değerlendirilmesidir.

Özellikle helikal ve çoklu dedektör teknolojisi ile birlikte safra yolu hastalıklarının değerlendirilmesinde bilgisayarlı tomografinin etkinliği artmıştır. Biliyer obstrüksiyonun saptanmasında ultrasonografi ile kıyaslandığında BT'nin duyarlılığı (%74-96) ve özgüllüğü (%90-94) daha iyidir. Ayrıca obstrüksiyonun seviyesinin ve nedeninin saptanmasında bilgisayarlı tomografi, US'ye göre daha üstündür. Bilgisayarlı tomografi ile sıklıkla obstrüksiyonun benign veya malign ayrımı ve evreleme yapılabilir (28).

Bilgisayarlı tomografi kolanjiografi; intravenöz veya oral biliyer kontrast madde verilmesi ardından elde olunan, direkt kolanjiografiye benzer şekilde biliyer duktal anatomiyi ve patolojilerini gösteren bir modalitedir. Laparoskopik

kolesistektomi ve karaciğer transplantasyonu değerlendirilmesini sağlar. Ayrıca safra kaçağı, safra yolunda taş ve biliyer obstrüksiyondan şüphelenilen durumlarda da kullanılmaktadır. IV kontrast madde olarak meglumine iodipamide veya oral kontrast madde olarak iopanoik asid verilmesi ardından helikal BT görüntüler elde edilir. Üç boyutlu görüntüler maksimum intensite projeksiyon (MIP) ve 'volume rendering' teknikler ile rekonstrükte edilir. Kontrast madde reaksiyonunun fazla olması, kontrast madde enjeksiyonu ile artmış inceleme süresi ve MRKP'nin kullanımının artması gibi nedenlerle BT kolanjiografi sık kullanılmamaktadır (4).

2.4.7. Direkt Kolanjiyografi

Biliyer sistem hastalıklarında US, BT ve MRKP'nin yüksek doğruluğuna rağmen, kesitsel görüntüleme bulguları şüpheli ya da tutarsız olduğunda veya terapötik girişim gerektiğinde direkt kolanjiografi (perkütan transhepatik kolajiyografi (PTK) veya endoskopik retrograd kolanjiopankreatografi (ERKP)) gerekli olabilir. Biliyer obstrüksiyonun yerini ve nedenini saptamada direkt kolanjiografi %90-95'in üzerinde başarı oranına sahiptir. Direkt kolanjiografi öncesinde US, BT veya MRKP ile anatominin, segmental duktal obstrüksiyonun ve kitle lezyonlarının bilinmesi önemli olup, seçilecek kolanjiografik yöntemi değiştirebilir. Günümüzde klinik uygulamada direkt kolanjiografinin tanısal amaçla kullanılması yerini MRKP'ye bırakmıştır. Direkt kolanjiografi günümüzde biliyer girişimsel terapötik prosedürler amacıyla kullanılmaktadır.

Her iki prosedür ile yüksek kaliteli görüntüler elde olunabilir ve her ikisi de intra ve ekstrahepatik stenozyların, duktal dilatasyonun, dolum defektlerinin ve safra kaçağının gösterilmesi için uygun yöntemlerdir. Hangi yöntemin seçileceği hastaya göre değişir (4).

2.4.7.1. Perkütan Transhepatik Kolanjiografi (PTK)

ERKP'ye kıyasla daha kolay ve güvenilir bir yöntem olan PTK ile direkt olarak biliyer duktal sistemin opasifiye olması sağlanır. Dilate safra kanalları hemen hemen %100, dilate olmayan safra yolları ise hastaların %80-85'inde opasifiye olur

(29). Hafif analjezi altında, floroskopi eşliğinde, perkütan transhepatik yaklaşımla, 22-Gauge fleksibl Chiba iğnesi kullanılarak yapılır. İntrahepatik safra kanallarının kanülasyonu ardından kontrast madde enjekte edilir. Supin ve oblik pozisyonda opasifiye safra yollarının görüntüleri elde edilir.

PTK'nın komplikasyon oranı %3.5'tir. En sık görülen komplikasyonlar sepsis ve intraperitoneal hemorajidir. Nadir görülenler pnömotoraks, hepatik arterioveöz fistül, kontrast madde reaksiyonu ve ölümdür. Düzeltilemeyen kanama diyatezi dışında mutlak kontrendikasyon yoktur. Asit işlemin yapılmasını zorlaştırır ancak, mutlak kontrendikasyon değildir (4).

2.4.7.2. Endoskopik Retrograd Kolanjiopankreatografi (ERKP)

En yaygın kullanılan invaziv biliyer prosedürdür. Ultrasonografi, BT ve MRKP'deki gelişmelerle birlikte, ERKP'nin sadece tanısıl amaçla kullanımı azalmıştır. Bununla birlikte terapötik endoskopik yöntemlerdeki ilerlemeler pankreatikobiliyer patolojilerin yönetiminde ERKP'yi önemli kılmıştır.

ERKP ile hem safra yollarının ve pankreatik kanalın direkt görüntülenmesi, hem de üst gastrointestinal sistemin ve ampullanın görüntülenmesi mümkündür. Biliyer obstrüksiyonun yeri ve nedeni hakkında verdiği spesifik bilgi PTK ile benzerdir. Her iki yöntemle de direkt fırçalama veya ince iğne aspirasyonu ile doku tanısı elde edilebilir. Bununla birlikte, ERKP'nin biliyer obstrüksiyonlu olgularda terapötik etkinliği daha fazladır. ERKP ile uygulanabilen terapötik işlemler; sfinkterotomi ile taş çıkarılması, biliyer stent yerleştirilmesi, striktürler için balon dilatasyondur.

ERKP diğer yöntemlere göre zaman alıcı, pahalı ve uygulayıcı bağımlı bir yöntemdir. Safra yollarının kanülasyonundaki başarı endoskopistin deneyimlerine bağlı olarak %80-90 arasında değişmektedir. Komplikasyon oranı PTK ile benzerdir. Komplikasyonları pankreatit, enfeksiyon, kanama ve perforasyondur (4).

2.4.7.3. Operatif Kolanjiografi

Operatif kolanjiografi ameliyat esnasında yapılır. Ya ameliyatın başlangıcında sistik kanala konulan bir kateterden veya ameliyatın sonunda karın bölgesi kapatılmadan önce koledoka konulan T tüp içerisinden opak madde verilerek koledok taşı araştırılır.

2.4.8. Endoskopik Ultrasonografi (EUS):

Endoskopik ultrasonografi, distal safra kanalındaki küçük taşların saptanması, periampuller neoplazilerin lokal evrelendirilmesi ve ince iğne aspirasyonu için rehber olarak kullanılan bir işlemdir (30). Son yıllarda kullanımında belirgin artış söz konusudur.

2.5. Manyetik Rezonans Kolanjiopankreatografi (MRKP) Temel Prensipleri

2.5.1. Temel MR Fiziği

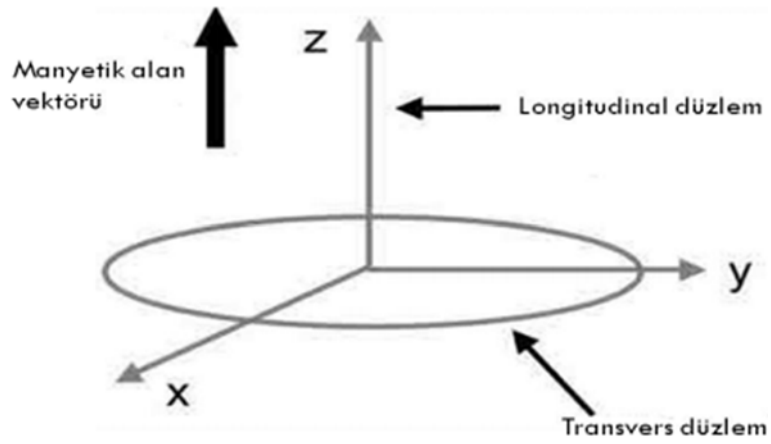
Nükleonlar (proton ve nötronlar) atom çekirdeğinin temel yapı taşlarıdır ve kendi eksenleri etrafında sürekli dönerler. Bu dönüşe spin hareketi denir. Spin hareketi sonucunda, nükleonun çevresinde manyetik bir alan meydana gelir ve nükleonlar mıknatıs gibi davranarak manyetik alana duyarlı hale gelir.

Tek sayıda proton, nötron veya her ikisinin tek sayıda olduğu çekirdeklerde manyetik dipol momenti vardır ve bu tür çekirdeklerde manyetik rezonans olasıdır. Hidrojen atomu tek protonlu olduğundan en güçlü manyetik dipol hareketine sahip elementtir ve su ve yağ dokuda daha fazla olmak üzere vücutta bol miktarda bulunur. Bu özellikleri nedeniyle hidrojenden elde edilen sinyal diğer herhangi bir atomdan elde edilen sinyalin yaklaşık 1000 katı kadardır. Bu nedenle MR görüntülemeye hidrojen çekirdeği temel sinyal kaynağı olarak kullanılır (31).

Normal şartlarda dokudaki hidrojen atomları rastlantısal olarak dizilirler, bu durumda dokunun net manyetizasyonu sıfırdır. Doku güçlü bir manyetik alan içine konduğunda protonlar dış manyetik alan vektörü ile aynı yönde veya zıt yönde dizilirler. Paralel konumda dizilim daha az enerji gerektirir. Düşük enerji

konumundaki aynı yönde dizilen protonların sayısı, yüksek enerji konumundaki zıt yönlü dizilen protonların sayısından çok az daha fazladır. Bu fark MR ölçümlerinin ana kaynağı olan denge manyetizasyonunu (M_0) oluşturur ve dış manyetik alan (B_0) yönüne paraleldir (31).

Dış manyetik alan yönüne paralel düzlem longitudinal yöndedir ve koordinat sisteminde z eksenini ile temsil edilir. Bu düzleme dik düzlem ise transvers düzlemdir ve x-y eksenleri ile gösterilir (Şekil 2.3).

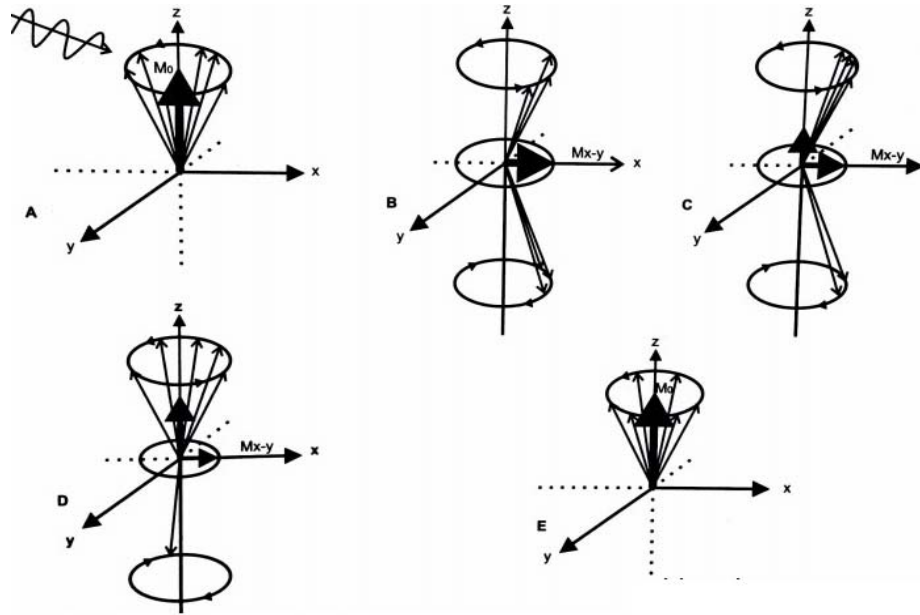


Şekil 2.3. Koordinat eksenleri

Protonlar manyetik alanda aynı veya zıt yönlü konum alırken kendi çevrelerinde de dönerler ve bu dönüşe 'presesyon' adı verilir. Presesyon frekans hızı, manyetik alan gücü ile doğru orantılıdır. Presesyon yapan spinler, kendi frekanslarında (Larmor frekansı) bir radyofrekans (RF) pulsu ile uyarılabilirler. Bu uyarılma sonucunda, z eksenini boyunca var olan longitudinal manyetizasyon, RF pulsunun süresi ve gücü ile ilişkili olarak bu eksenden sapar. RF pulsu, net manyetizasyon vektörünü transvers düzleme aktarırsa, M_0 vektörüne dik olduğu için 90 derecelik RF pulsu adını alır (31, 32). RF pulsu kesildiğinde ise; zıt yöndeki protonlar çevreye enerji aktararak daha düşük enerjili paralel konuma dönerler ve M_0 kademeli olarak tekrar kazanılır (Şekil 2.4). Ayrıca 90° pulsu ile x-y düzlemine aktarılan M_0 vektörü, puls kesildikten sonra transvers düzlemde presesyona devam eder (31).

2.5.2. T1, T2 ve T2* Relaksasyonları

Doksan derecelik RF pulsu uygulandığında, paralel-antiparalel konumdaki protonların sayısı eşitleneceğinden M_0 ortadan kalkar ve longitudinal manyetizasyon transvers düzleme aktarılır. RF pulsu kesildikten sonra yüksek enerji konumundaki zıt yönlü protonlar, çevrelerindeki makromoleküllere enerji aktararak düşük enerji düzeyindeki paralel konumlarına geçerler ve longitudinal manyetizasyon tekrar kazanılır. Bu sürece longitudinal relaksasyon adı verilir ve T1 ile ifade edilir. Longitudinal relaksasyon yeniden kazanımdır. 90° pulsundan hemen sonra yeniden kazanım hızı en yüksek değerdedir. T1 doku bağımlıdır, dolayısıyla farklı miktarlarda makromolekül içerdiğinden dokuların T1 değerleri farklılık gösterir (31, 33).



Şekil 2.4. Doku manyetizasyonu ölçümü

RF pulsu kesildikten sonra transvers manyetizasyon x-y düzleminden başlayarak z aksı çevresinde presasyon yapmaya başlar ve protonlar defaze olarak transvers manyetizasyon miktarını azaltır. Defaze olma ilerledikçe transvers manyetizasyon değerı sıfır olur. Dokunun yapısından kaynaklanan sinyal kaybı hızı T2 relaksasyon süresi olarak adlandırılır.

T2, T1'den çok daha kısadır ve hiçbir zaman T1'den uzun olamaz.

Sinyal kaybının küçük bir bölümünden T1 relaksasyon (longitudinal yeniden kazanım) sorumlu iken asıl neden voksel içindeki protonların defaze olmasıdır.

Transvers manyetizasyon kaybına neden olan bir diğer faktör, manyetik alan inhomojenitesidir ve defaze olmayı hızlandıran bu zaman sabiti T2* olarak adlandırılır. T2* değeri tamamen doku bağımlı olmayıp ortam inhomojenitesinden de etkilenir. Manyetik alan inhomojenitesi dış etkenler dışında, metalik cisimler, hava, diş implantları veya kalsiyum gibi dokuya ait faktörler tarafından da oluşturulabilir. Dokuya ait faktörleri ortadan kaldırmak mümkün değildir.

T1 değeri bir yeniden kazanım, T2 değeri bir kayıp olarak düşünüldüğünde görüntü oluşturmada, RF pulsları arasındaki sürelerle bu iki ölçütün hangisinin baskın olacağı belirlenir. Ardışık RF pulsları arasındaki süre TR (time to repeat), sinyalin kaydedildiği ana kadar geçen süreye TE (time to echo) denir. Bu süreler değiştirilerek görüntünün T1, T2 veya proton dansite ağırlıklı olması sağlanır (31, 33).

2.5.3. Temel Puls Sekansları

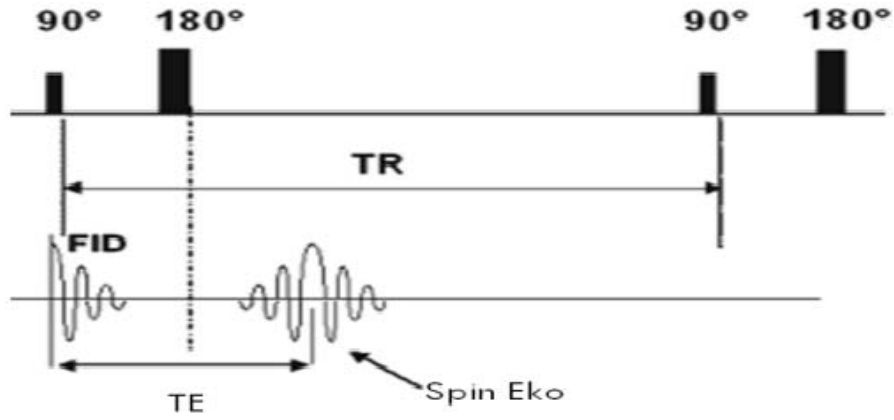
MR'da görüntü kontrastı, dokuların proton yoğunluk farkı ile birlikte, RF pulsunun enerjisi, gönderilme aralıkları ve sinyalin dinlendiği ana bağlıdır. Bu etkenlerin farklı kombinasyonları ile görüntü eldesinde kullanılan temel puls sekanslar ortaya çıkar (31).

2.5.3.1. Spin Eko (SE)

MR görüntülemenin temel sekansıdır. Biri 90°, diğeri 180°'lik iki RF pulsu kullanılır. 90°'lik puls ile longitudinal manyetizasyon transvers düzleme aktarılırken, 180°'lik puls ile spinler refaze edilir ve elde edilecek sinyal şiddetlendirilir. İki puls arasındaki süre kadar sonra spinler refaze olarak sinyal (eko) oluşturur. Görüntü; bu sinyallerin ölçülmesi ile elde edilir. Bir görüntünün oluşturulmasında bu pulslar birçok kez tekrarlanır (31).

SE puls sekansında görüntülerin ağırlığı TR ve TE süreleri ile düzenlenir. TR, 90°lik puls arasındaki, TE ise 90°lik pulsun orta noktası ile eko sinyalinin en yüksek noktası arasındaki süredir. Bu sürenin tam ortasında da 180°lik puls yer alır (Şekil 2.5).

T1 ağırlığını ortaya çıkarmak için TR değerleri kısa tutulurken, T2 ağırlıklı ve proton ağırlıklı görüntülerde TR değerleri uzun seçilir. T2 ağırlığını TE süresi belirler. TR değeri uzun, TE değeri kısa tutulursa, T1 ve T2 ağırlığı en aza indirgenir ve esas olarak dokular arasındaki proton yoğunluk farkına bağlı kontrast oluşur. Bu görüntülere proton dansite ağırlıklı (spin dansite) görüntüler adı verilir (31).



Şekil 2.5. Spin eko puls diyagramı

2.5.3.2. Gradyent Eko (GRE)

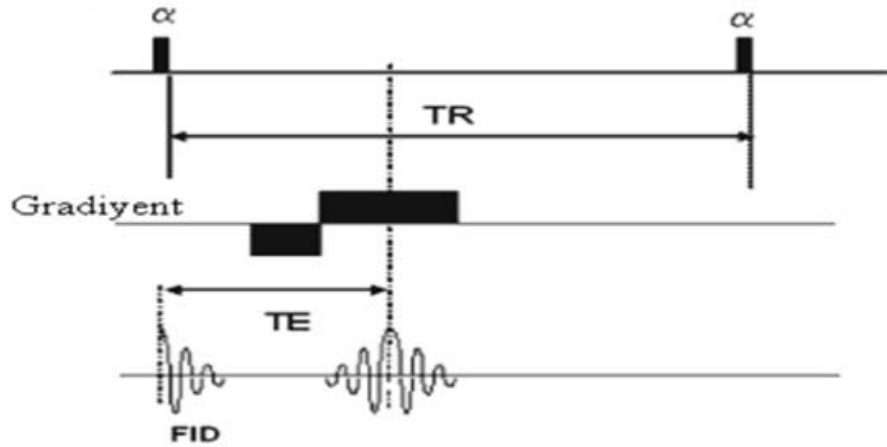
GRE sekansları, hızlı görüntü elde etmek amacıyla geliştirilmiştir. GRE puls sekanslarının temeli, SE sekanslarındaki 180°lik pulsun yerine gradient çeviricilerin konmasına dayanır (Şekil 2.6). GRE sekanslarında, spin eko sekansında bulunan refaze edici 180° pulsu bulunmadığından manyetik alan homojenitesi sağlanamaz ve defaze-refaze olayı aynı yönde olduğundan alan inhomojenitesi artar. Dolayısıyla GRE sekanslarında ölçülen dokunun T2 değeri değil T2* değeridir (31-33).

2.5.3.3. 'Inversion Recovery' (IR) Sekansları

Belli dokuların MR sinyallerini baskılamak için kullanılır. IR görüntülemeye, doku manyetizasyonu önce 180°'lik RF pulsu ile z ekseninde tam ters yöne aktarılır. 'Time to inversion' (TI) denilen bir süre sonra 90°'lik puls gönderilir ve böylece TI süresinde kazanılan longitudinal manyetizasyon transvers düzleme aktarılır. Daha sonra SE sekansında olduğu gibi 180°'lik puls uygulanır ve sinyal ölçülür. TI süresi uygun şekilde ayarlandığında, belli dokulardan gelen sinyal tamamen baskılanır (31).

STIR (Short tau inversion recovery): Yağ baskılama tekniğidir. TI değeri yağ dokusunun 0 noktasıyla uyumlu olarak seçilir.

FLAIR (Fluid attenuated inversion recovery): Su baskılama tekniğidir. TI değeri uzundur.



Şekil 2.6. Gradient eko puls diyagramı

2.5.4. MR'da Görüntü Oluşturulması

MR'da görüntü oluşturabilmek için sinyalin nereden geldiğini belirlemek gerekir. Bu amaçla, RF pulsu ve manyetik alan gradiyentleri uygulanır. Kesit seçici, frekans kodlama ve faz kodlama olmak üzere üç çeşit gradiyent vardır. Önce kesit seçici gradiyent uygulanır ve görüntülenecek kesit düzlemi belirlenir. Daha sonra da kesit düzlemine ve birbirine dik şekilde faz ve frekans gradiyentleri uygulanarak alandaki protonların faz ve frekansları önceden belirlendiği şekilde değiştirilir. Saptanan sinyalin faz ve frekansına bakılarak nereden geldiği tespit edilir.

Frekans kodlama gradiyenti genellikle x yönünde, faz kodlama gradiyenti ise y yönünde uygulanır.

Her RF pulsundan sonra saptanan sinyalin kullanılabilmesi için, faz ve frekans bileşenlerine göre analiz edilerek geldikleri noktalar ile birlikte amplitüdü saptanmalıdır. Analiz işlemi için sinyaller önce dijitalize edilir ve bir frekans depolama alanına (k-alanı) yerleştirilir. K-alanının merkezine yüksek amplitüdü-düşük frekanslı sinyaller yerleşirken, yüksek frekanslı-düşük amplitüdü sinyaller periferiye yerleşir. K-alanının merkezi, görüntü kontrastı ve ana yapılarını belirleyen verileri, periferi ise kenar ve detay bilgilerini taşır. K-alanı doldurulduktan sonra verilerin görüntüye çevrilmesi için matematiksel bir analiz yöntemi olan Fourier Transformasyon yöntemi kullanılır. Bu yöntemle voksellerin taşıdığı sinyal amplitüdüleri saptanır ve piksellerin gri ölçek değerlerine çevrilerek MR görüntüsü elde edilir (31, 34).

Üç boyutlu (3B) Fourier Transformasyon, geniş bantlı nonselektif RF pulsu ile çalışan, bir hacim görüntüleme yöntemidir. İncelenen hacim izotropik veya anizotropik olabilir. İzotropik 3B görüntülemenin avantajı her düzlemde rekonstrükte edilecek kesitlerin çözümlenmesinin aynı olmasıdır. Rekonstrükte görüntülerin SNR oranları 2B kesitlerde olduğundan daha yüksektir. Ancak hareket artefaktı olasılığı artar (31).

2.5.4.1. Hızlı Görüntü Oluşturma

MR'da görüntüleme süresinin uzun olması sorun teşkil eder. Ancak süre kısaltmak için yapılan her işlem görüntü kalitesini de etkiler. Amaç görüntü kalitesini olabildiğince az etkileyerek en kısa sürede veri toplamaktır.

Veri toplama süresinin kısaltılmasının en basit yöntemi NEX sayısını düşürmek ve multislays görüntüleme yapmaktır. Diğer bir önlem de TR değerini kısaltmak ve 180° pulsunu kaldırmaktır (GRE sekanslarında olduğu gibi). Ancak bu önlemler görüntü kontrastını da etkiler.

Görüntü kontrastında anlamlı değişiklik yapmadan veri toplama süresini kısaltan diğer bir yöntem ise k-alanı boyutunu ve doldurulma şeklini değiştirmektir.

Genel adı 'rapid acquisition with refocused echoes-RARE' olan hızlı SE sekanslarında, bir TR süresinde bir değil çok sayıda 180°lik puls gönderilir. 180°lik puls sayısına turbo faktör veya 'echo train length_ETL' denir. 180°lik pulsün ürettiği eko, faz gradiyent çalıştırılarak k-alanında bir çizgiye yerleştirilir. İnceleme süresi turbo faktör oranında azalır. Ölçüm süresi çok kısaltılabildiğinden tek nefes tutmada abdomen incelemeleri yapılabilir.

Yöntemde çok sayıda 180°lik puls yerine tek puls kullanılıp, bu pulstan üretilen ekolarla k-alanının yarısı doldurulursa süre daha da kısalmış olur ('half-fourier acquisition single-shot turbo SE-HASTE). Hareket artefaktını önlediği için koopere olamayan hastalarda ve pediatri de kullanılır. Görüntüler T2 ağırlıklıdır (31).

2.5.5. Manyetik Rezonans Kolanjiopankreatografi (MRKP) Tekniği

MRKP; pankreatikobiliyer patolojilerin değerlendirilmesinde kullanılan noninvaziv bir görüntüleme aracıdır. Ağır T2 ağırlıklı sekanslar kullanılarak, uzun T2 relaksasyon zamanına sahip durağan ve statik sıvılar artmış sinyal intensitesi gösterirken, kısa T2 relaksasyon zamanına sahip komşu yumuşak dokuların sinyali baskılanır. Böylece safra ve pankreatik kanaldaki durağan sıvılar ile komşu yumuşak dokular arasındaki doğal T2-kontrast farkından faydalanılır ve biliyer ağaç ve pankreatik kanaldaki sıvılar hiperintens olarak izlenir (1, 2, 5).

Ağır T2 ağırlıklı görüntüler başlangıçta 'gradient echo balanced steady -state free precession' teknik kullanılarak elde edilmiştir (35, 36). Bundan kısa bir süre sonra uzun TE değerine sahip FSE puls sekans kullanılmıştır. Tekniğin yüksek sinyal-gürültü ve kontrast-gürültü oranları ve hareket ve 'susceptibility' artefaktına duyarlılığının düşük olması gibi avantajları vardır (37). Daha sonra 'Rapid acquisition with rapid enhancement' (RARE), 'half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo' (HASTE) ve 'fast-recovery fast spin-echo' (FRFSE) gibi modifiye FSE sekansları tanımlanmıştır (38-40). Hem nefes tutmalı (single shot yaklaşımla) hem solunum tetiklemeli (respiratuvar trigger ile), 2D veya 3D görüntüler elde edilmektedir (41, 42). 3D teknik yüksek sinyal-gürültü oranı sağlar ve izotropik vokseller ile elde edilen görüntüler, multiplanar rekonstrüksiyon, maksimum intensite projeksiyon (MIP) ve 'volume rendering' ile görüntülerin gelişmiş 'post-

processing' manüplasyonuna izin verir. Son zamanlarda ise hepatospesifik kontrast maddelerin kullanımı ile biliyer boşaltımın ve sekretin kullanımı ile pankreasın ekzokrin görevinin fonksiyonel değerlendirilmesi mümkün hale gelmiştir (43, 44).

Hastalar, mide ve duodenumdaki sıvı sekresyonunu ve barsak peristaltizmini azaltmak ve safra kesesi distansiyonunu sağlamak amacıyla incelemeden 4 saat önce aç bırakılır. Bazı merkezler, mide ve duodenumdaki sıvının yüksek sinyal intensitesini azaltmak için negatif oral kontrast ajan kullanırlar (5).

Fast Spin Eko (FSE): 90°lik RF pulsunu, 180°lik pulslar takip eder. MRKP uygulamaları için FSE, uzun ETL, repetasyon süresi ve uzun TE (>250 ms) ile uygulanır (1). FSE puls sekansı nefes tutmalı veya solunum tetiklemeli olarak uygulanabilir. 2-7 cm'lik slab kalınlığı ile 2D olarak veya daha ince kesitlerle 3D olarak uygulanabilir. Elde edilen veriler daha sonra, MIP teknik ile kolanjiyografik görüntülere rekonstrükte edilebilir.

FRFSE gibi modifiye FSE sekanslarında, longitudinal planda manyetizasyonu hızlandırmak için ETL'nin sonunda 90°lik puls kullanılır, böylece repetasyon zamanı kısalmır.

Single-shot FSE (SSFSE): SSFSE, HASTE sekansları FSE sekansları olup bu sekanslarda, k-alanının yarısından daha fazlası doldurulur, böylece tarama süresi anlamlı olarak azalır. Gerekli k-alanı çizgilerinin hepsi tek bir tekrarsüresinde doldurulur, bu nedenle single-shot olarak adlandırılır. Görüntü elde etme zamanı saniyeler içindedir ve oldukça iyi uzaysal rezolüsyon sağlar (45). SSFSE sekanslar, FSE sekanslardan daha yüksek sinyal-gürültü oranına sahiptir ve hareket artefaktları daha az olur (1). Eko süreleri tipik olarak 300-1000 ms arasında değişir. Bu sekanslar nefes tutmalı veya solunum tetiklemeli olarak yapılabilir.

SSFSE sekansın kısıtlılıkları; uzun ETL'nin neden olduğu görüntü bulanıklığı, akım artefaktları ve komşu kesitlerin baskılanmasındaki problemdir (45).

Diğer sekanslar: 'Balanced fully refocused steady-state' sekanslar gibi fast gradiyent eko sekansları mükemmel sinyal-gürültü oranı ve iyi uzaysal rezolüsyon ile biliyer ağacı iyi gösterir. Nefes tutmalı veya sakın nefes ile uygulanabilir. Diğer sekanslar hareket artefaktları nedeniyle başarısız olurken, bu sekans safra kanallarını

oldukça iyi gösterir. Bir kısıtlaması, vasküler yapıların hiperintens izlenmesi nedeniyle safra kanallarından ayırımı güçleşir (5).

MRKP'de iki farklı yöntemle data elde edilebilir;

- projeksiyon tekniği (RARE-kalın slab MRKP)

- multikesit tekniği (İnce kesit MRKP)

Projeksiyon tekniği (RARE Sekansı): Nefes tutmalı bir sekanstır ve tek bir uyarıdan sonra birkaç saniye içinde 30-70 mm kalınlığında tek bir slab elde edilir. Bu teknikte tüm safra yolları ve pankreatik kanal tek bir düzlem projeksiyonda görüntülenebilir.

RARE sekansı, çok uzun eko zamanı (800-1100 msn), çok uzun eko çalışma aralığı ve çok kısa data elde etme zamanına sahip bir sekanstır. Tüm pankreatikobiliyer sistemi görüntüleyebilme ve özellikle genel durumu bozuk hastalarda kısa inceleme süreleri ve postproses gerektirmemesi nedeniyle avantajlıdır.

Görüntüleme kalitesi seçilen kolimasyona bağlıdır. Kolimasyon çok kalın olursa görüntü kontrastı kaybolur veya çok inceyse sinyal-gürültü azalır. En iyi denge 30-70 mm arasında seçilen slab kalınlığı ile sağlanır.

Sekansın dezavantajları ise; slab kalınlıklarının görüntüleme alanındaki mevcut yapıların örtülmesine neden olması, üst abdomendeki kolleksiyonlar veya asitten kaynaklanan sinyallerin görüntü kalitesini düşürülebilmesi, küçük taşlar ve debri gibi parsiyel oklüzyona neden olan intraluminal patolojileri tespit edemeyebilmesidir.

RARE sekansın half-Fourier modifikasyonu HASTE sekansıdır ve bu teknikte data elde etme zamanı daha da kısaldır.

Projeksiyonlar oblik koronal planlarda farklı açılardan elde edilir. T2 ağırlıklı öncü sekanslardan elde edilen aksiyel ve koronal sekanslar başlangıç bölgesini ve üzerine eklenecek görüntüleme alanı pozisyonunu belirlemek için kullanılır. Daha sonra saat yönünde farklı açılarda kalın slablar elde edilir (46).

Multikesit Tekniği: Multipl ince kesitler, safra kanallarının süperpozisyonunu önleyerek intraluminal sinyal kayıplarının ve darlıkların daha doğru değerlendirilmesini sağlar. Genellikle aksiyel ve koronal düzlemlerde elde edilir (46). Post-prosesing tipik olarak, yalnızca izdüşüm planına dik olarak uzanan hat boyunca en yüksek sinyal intensitesine sahip pikselleri gösteren MIP algoritması ile yapılır (47).

Multikesit görüntüleme dezavantajları; solunum tetiklemeli veya nefes tutma esnasında uzun apne periyodları ile uzun data elde etme süresine sahip olması ve nefes tutma pozisyonlarındaki kısmi varyasyonlar nedeniyle potansiyel uzaysal kodlama hatalarının olmasıdır (46).

Sekretinli MRKP: Sekretin, asitli uyarana cevap olarak duodenal mukozadan salgılanan polipeptid bir hormondur. Pankreatik salgıda su ve bikarbonatı, Oddi sfinkter tonusunu ve duodenumdaki sıvı miktarını artırır. Böylece sekretin uygulamasına cevap olarak pankreatik kanaldaki sıvı sinyali ve duodenuma sıvı geçişi artar. Sekretin çocuklarda 0.2 µg/kg olarak, 1 dakika içinde yavaşça intravenöz olarak kullanılır (maksimum doz 16 µg'dır) (48). Görüntüler hızlı T2 ağırlıklı sekanslar ile edilir ve pankreatik kanal boyunca koronal slab oluşturulur. 10 dakika boyunca her 30 saniyede görüntüler elde edilir. Normal yanıt, pankreatik kanal çapında 3 mm 'ye kadar olan artıştır. Pankreatik kanal dilatasyonu sekretin enjeksiyonundan sonra 3-5. dakikada pik yapar ve 10. dakika içerisinde bazal çapa progresif dönüş olur (49, 50). Pankreatik kanalın 10 dakika sonrasında devam eden persistan dilatasyonu anormal yanıt olarak kabul edilir (51). Endikasyonları; pankreatik duktal anomalilerin ve darlıkların saptanması, pankreatik kanalın bütünlüğünün değerlendirilmesi, pankreatik kanal ile psödokist/ pankreatik fistüller arasında bağlantının karakterizasyonu, Oddi sfinkter disfonksiyonunun değerlendirilmesidir (2). Ayrıca sekretin, erken başlangıçlı idiopatik kronik pankreatit tanısında MRKP'nin duyarlılığını artırır (49). Sekretin maliyetinin yüksek olması tekniğin dezavantajıdır.

Fonksiyonel MRKP: Fonksiyonel MRKP, hepatobiliyer atılım gösteren MR lipofilik paramagnetik kontrast maddelerin kullanımını gerektirir. Bu amaçla kullanılan kontrast maddeler; gadobenat dimeglumin (Gd-BOPTA, Multihance),

gadolinium etoksibenzildietilenetriamin pentaasetik asit (Gd-EOB-DTPA, Primovist)'dir. IV. enjeksiyonu takiben 10-120. dakika arasında, 3D T1 ağırlıklı yağ baskılı GRE sekans ile aksiyel ve koronal planda görüntüler elde edilir. Sinyal-gürültü oranı konvansiyonel T2 ağırlıklı MRKP'den daha yüksektir (2). Fonksiyonel MRKP'nin birkaç avantajı vardır; konjenital biliyer patolojilerin tanısında kistik lezyonlar ile drene eden safra kanalları arasındaki ilişkiyi daha iyi gösterir (52), dilate biliyer sistemde gerçek obstrüksiyonu psödoobstrüksiyondan ayırmaya yardımcı olur (43), şüpheli safra kaçağında aktif kontrast madde ekstravazasyonunu gösterir (53, 54). Bir diğer avantajı da, gadolinium bazlı hepatobiliyer spesifik kontrast ajanlar ilk olarak ekstrasüller sıvı kompartmanına dağıldığından, fonksiyonel kolanjiogramdan önce arteryel-portal ve geç fazda dinamik görüntüleme de izin verir.

2.5.5.1. Çocuklarda MRKP Tekniği ve Görüntü Kalitesini Etkileyen Faktörler

Çocuklarda, safra kanallarının küçük çapı ve hareket artefaktlarına bağlı olarak yüksek kalitede MRKP görüntüleme yapmak zordur. Özellikle infantlarda ve küçük çocuklarda yeterli genlikte ve düzenli solunum ritmi sağlanamadığından respiratuvar triger ile bile görüntü kalitesi kötü olabilir (5). Bununla birlikte, sarmal teknolojisindeki gelişmeler, görüntü elde etme hızındaki artış, hareket artefaktlarını azaltan respiratuvar kompanzasyon teknikleri ve yeni diziler sayesinde 1 mm kadar küçük kanalları görüntülemek mümkün olmaktadır. Sedasyon veya genel anestezi gerekliliği pediatrik MRKP'nin diğer major bir engelidir. (1, 55).

Küçük çapta kanalların vizualizasyonu için, uzaysal rezolüsyon ve sinyal-gürültü oranının geliştirilmesi gerekir. Bu amaç için ilk adım uygun sarmal seçimidir. Farklı yaş gruplarında ve vücut ölçülerinde çocuklar için, çocuğa uygun faz-dizilimli veya yüzeyel sarmal sinyal alımı için kullanılmalıdır. Çocuklarda kötü sinyal, sinyallerin ortalama sayısı 4 ila 8 arasında artırılarak bir dereceye kadar kompanse edilebilir. Bununla birlikte, bunun ETL ile dengeli olması gerekir, çünkü sinyallerin artan sayısı tarama süresini uzatır.

Uygun slab kalınlığı seçmek optimal kalitede görüntü elde etmek için diğer bir adımdır. Yenidoğanlar ve infantlar gibi küçük çocuklarda 2 cm'den fazla slab kalınlığı gerekli değildir (5).

Solunum düzenli olduğunda, 2D FSE görüntülere göre daha iyi uzaysal çözünürlük ve sinyal-gürültü oranı sağlayan 3D FSE sekans uygulanmalıdır. Diğer taraftan, anomaliler 3D görüntülerin rotasyonu ile daha iyi anlaşılabilir. Yenidoğan ve infantlar genellikle farklı solunum amplitüdü ile irregüler solunum yaptıklarından, respiratuar triger ile 3D FSE görüntüleme bu hastaların çoğunda mümkün olmayabilir (56). Bu durumda, serbest nefes alma ile bile yeterli görüntü kalitesi sağlayan SSFSE sekans faydalı olabilir. Alternatif olarak, mükemmel sinyal-gürültü oranı, hareketten etkilenmeyen ve yüksek görüntü elde etme hızı ile 'balanced steady-state free precession' problem çözücü bir sekans olarak kullanılabilir (5).

Pediyatrik MRKP'de görüntü kalitesini etkileyen faktörler:

- **Sedasyon:** 6 aylıktan küçük çocuklar oral kolaralhidrat ile (50-100 mg/kg) sedatize edilir. 6 ay-6 yaş arası çocuklar genellikle IV. midazolam (0.05 mg/kg) ve pentobarbital (5 mg/kg) ile sedatize edilir. 6-8 yaş üstü çoğu çocuk sedasyon yapılmadan etkili kooperasyon kurabilir (5).

- **Negatif oral kontrast madde:** Gastrik sekresyon ve intestinal sıvının yüksek sinyalini azaltmak için negatif oral kontrast madde kullanılabilir. Ferumoksil ve ferrik amonyum sitrat en yaygın kullanılan iki negatif oral kontrast maddedir. Ferumoksil süperparamanyetik demir oksid partikülleri içerir ve 150-300 mL oral süspansiyon olarak uygulanır (48, 49). Ferrik amonyum sitrat T2 negatif oral kontrast maddedir, su ile karıştırılır (1 g/10mL) ve 1 mL/kg olarak oral yolla uygulanır (57). Oral negatif kontrast ajanlar işlem den hemen önce, hasta masaya yerleştiği zaman verilir.

- **RF sarmal seçimi:** Çocuğa uygun en küçük sarmal, alıcı sarmal olarak seçilmelidir. Küçük sarmallar daha küçük görüntü alanı (FOV) kullanımı ile iyi rezolüsyon sağlar. İnfantlar ve yenidoğanlarda kuadratur diz sarmalı, kafa sarmalı veya fleksibl yüzeyel sarmal ile kullanılmalıdır. Daha büyük çocuklarda ise genellikle faz-dizilimli vücut sarmalları kullanılır (5).

- **Respiratuar kompanzasyon teknikleri:** MRKP sekansları nefes tutmalı yapıldığında görüntü kalitesi artar ancak elde edilebilir sinyal sayısı ve kullanılabilir faz kodlama adımlarını sınırladığından çekim süresi de uzar (5). Respiratuar triggering iki şekilde uygulanabilir. Birincisi, göğüs etrafına bağlanan bir körükle solunum traseleri elde edilir ve görüntüler siklusun belli bir aşamasında elde edilir. Diğer metod ise navigatör tekniğidir. Bu teknik ile diyafram pozisyonu bir navigatör puls ile saptanır ve respiratuar siklusun en durağan bölümünde tipik olarak da ekspiryum sonunda sinyal prospektif veya retrospektif olarak elde edilir (45). Respiratuar triggering ile görüntü elde etme zamanı tipik olarak 3-7 dakikadır ancak solunum düzenli değilse 10 dakikadan uzun sürebilir.

- **Eko süresi:** Eko süresi arttıkça, arka plandaki dokuların baskılanması artar ve safra kanalları daha iyi görüntülenir. 1000 msn üzerindeki eko süreleri tüm sinyali azaltacağından pediatrik popülasyonda az miktarda safra içeren küçük safra kanallarının vizualizasyonunu güçleştirebilir. Bu yüzden bu hastalarda eko süreleri orta derecede olmalıdır. Pediatrik MRKP için 180 ila 1000 msn gibi geniş bir aralıkta eko süreleri literatürde tanımlanmıştır (48, 49, 57). Chavhan ve arkadaşları 300-600 msn eko süresinin, safra kanallarından gelen sinyal ve arka plandaki doku baskılanması arasında iyi denge sağladığını belirtmiştir (5).

- **Eko train uzunluğu:** ETL, FSE sekansında tek bir repetasyon zamanında, 90°'lik pulstan sonra gönderilen 180°'lik RF pulslarının sayısıdır. ETL arttığı zaman tarama süresi azalır, bununla birlikte görüntü bulanıklığı artar. 16-20 arasında değişen orta dereceli ETL kullanılmalıdır. Single-shot sekanslarda ETL, genellikle doldurulan k-alanı çizgilerinin sayısına eşitlenir (5).

- **Kesit-slab kalınlığı:** 3D FSE sekans ile elde edilen kesitler hiçbir boşluk olmadan mümkün olduğunca ince olmalıdır, aslında kesitlerin çakışması tercih edilir. 2D FSE ve single-shot sekanslar ile 3-5 mm arasında ince kesitler ile birlikte 2-7 cm arasında değişen kalın slab görüntüleri elde edilir. Slab kalınlığı çocuğun boyutuna uygun olmalıdır, böylece diğer yapılarda anlamlı bir çakışma olmadan maksimum volümde biliyer ağaç görüntüsü elde edilir. İnfantlar ve yenidoğanlar için 2 cm'den az slab kalınlığı genellikle yeterlidir (5).

- **Tarama planları:** 3D FSE sekansları genellikle koronal planda uygulanır. MIP reformat görüntüleri daha sonra herhangi bir planda elde edilebilir. 2D FSE ve SSFSE ince kesit görüntüleri tipik olarak aksiyel ve koronal planlarda elde edilir. Küçük taş veya duktal dolmuş defektlerinin değerlendirilmesi için aksiyel plan tercih edilir. 2-7 cm kalınlığında kalın slablar koronal veya aksiyel planlarda veya koronal oblik planlarda elde edilebilir (5).

- **Diğer parametreler:** FOV çocuğun boyutuna göre ayarlanmalıdır. Çok küçük FOV, büyük matris ile birlikte görüntülerin granüllü olmasına neden olur ve sinyal-gürültü oranını azaltır. Tipik olarak, 1 ila 1.5 mm² arası değişen piksel boyutu ile 256x256 matris kullanılır. Pediatrik MR görüntülemesinde sinyaller artan sayıda (yaklaşık 4-6) kullanılabilir (5).

2.5.5.2. Çocuklarda MRKP Klinik Endikasyonları

Çocuklarda hepatobiliyer ve pankreatik sistem görüntülemesi esas olarak US, BT ve MR ile yapılır. Ultrasonografi, hepatobiliyer ve pankreatik patoloji şüphesi olan çocukların ilk değerlendirilmesinde tercih edilen görüntüleme yöntemidir (58). Biliyer ağacının anatomik ve patolojik ayrıntılarını gösterme kapasitesine rağmen, MRKP, ultrasonografinin yaygın ve kolay kullanılabilirliği nedeniyle ve sedasyon- anestezi gerekliliği, yüksek maliyet, sınırlı ulaşılabilirlik ve uzun tarama süresi nedeniyle çok yaygın kullanılmamaktadır. Görüntü kalitesi ve rezolüsyondaki son gelişmeler ile, MRKP artan sıklıkta kullanılmakta ve tanısal amaçlı ERKP ve perkütan transhepatik kolanjiografinin önüne geçmektedir (5).

2.5.5.2.1. Biliyer Atrezi

Biliyer atrezi intra ve/veya ekstrahepatik safra kanallarının konjenital obstrüksiyonudur (59-61). Persistan neonatal sarılığın nedenlerinden biridir. Tüm insidansı yaklaşık 1/15000 doğumdur ve erkeklerde iki kat daha sık görülür. Biliyer atrezili çocuklar neonatal hepatit ile benzer klinik, biyokimyasal ve histolojik özelliklere sahiptir ve bu yüzden tanısal görüntüleme ayırıcı tanıda önemlidir (58).

Ultrasonografi, sarılıklı yenidoğanların ilk değerlendirilmesinde tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Ultrasonografide en sık bulgu safra kesesinin yokluğu, küçük safra kesesi (<1.5 cm) veya boş safra kesesidir. Safra kesesinin yokluğu biliyer atrezili yenidoğanların yaklaşık 2/3'ünde görülür (62). Diğer bir önemli sonografik bulgu da 'triangular cord sign' dir ve porta hepatiste portal veni çevreleyen ve 4 mm'den daha kalın ölçülen, üçgenler veya tüp şekilli ekojenik odak olarak belirtilmelidir (62-64). Son literatürlere göre bu işaretin duyarlılığı %62-93, özgüllüğü %96-100 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, bu işareti inflamasyon ve siroza bağlı diffüz periportal ekojeniteden ayırmak zor olabilir. Biliyer atrezi tanısında yardımcı olabilecek diğer işaretler ana safra kanalının yokluğu ve hipertrofik hepatik arterdir. Son olarak, Lee ve arkadaşları (64) renkli Doppler US'de artmış hepatik subkapsüler akım bulgusunu, %100 duyarlılık ve %86 özgüllük ile tanımlamışlardır.

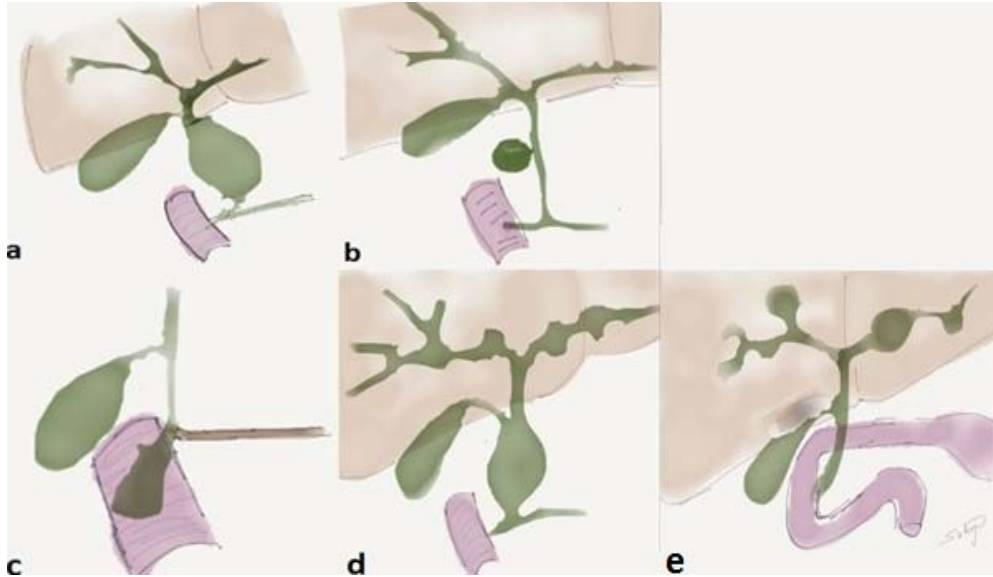
^{99m}Tc işaretli iminodiasetik asit (IDA) analogları ile hepatobiliyer sintigrafi biliyer atrezinin değerlendirilmesinde rol oynayabilir. Hepatobiliyer sintigrafi ile SPECT ve fenobarbitalin kombine edilmesi %98'e varan yüksek doğruluğa sahiptir (65, 66). Biliyer atrezide, işaretli maddenin genellikle normal veya hızlı hepatik fazı olurken, 24 saate kadar varan geç görüntülerde bile gastrointestinal sisteme atılım olmaz.

MRKP, neonatal sarılığın değerlendirilmesinde kullanılabilir. Hızlı solunum ve kalp hızı ile ilişkili hareket duyarlılığı, küçük çapları nedeniyle safra kanallarının zor vizualize edilmesi, fibrozis ve az miktarda intraluminal sıvı nedeniyle yenidoğanlarda tanısız görüntüler elde etmek zordur. Bu yüzden de problem çözücü bir teknik olarak kullanılmalıdır (58). Ekstrahepatik safra kanalları, MRKP'de hemen her zaman vizualize edilebilir. Eğer tüm ekstrahepatik safra kanalı görülür ise biliyer atrezi dışlanabilir (56). 26 infanttan oluşan bir çalışmada ekstrahepatik biliyer atreziyi saptamada MRKP doğruluğu %82, duyarlılığı %90 ve özgüllüğü %77 bulunmuştur (67). MRKP yüksek maliyet ve sedasyon gerekliliği nedeniyle biliyer atrezi tanısından rutin olarak kullanılmamaktadır (5).

2.5.5.2.2. Koledok Kistleri

Koledok kistleri, biliyer ağacın konjenital sakküler veya fuziform dilatasyonları olup, kızlarda yaklaşık 3 kat daha sık görülür (61). İnsidansı yaklaşık olarak 1-2/100.000-150.000 canlı doğumdur, fakat Asya popülasyonunda daha yaygındır (68, 69). Koledok kistleri genellikle Todani sınıflamasına göre beş tipe ayrılır (70):

- Tip 1: sistik kanal altında ana safra kanalının fuziform dilatasyonu (1a) veya ana safra kanalı ve hepatik kanalların fuziform dilatasyonu (1b) (Şekil 2.7a).
- Tip 2: ana safra kanalının bir veya daha fazla kistik divertikülü (Şekil 2.7b)
- Tip 3: pankreatik kanalın drene olduğu papilla bölgesinde distal ana safra kanalının fokal dilatasyonu (koledokosel) (Şekil 2.7c)
- Tip 4: intra ve ekstrahepatik safra kanallarının (4a) veya yalnızca ekstrahepatik safra kanallarının çoklu dilatasyonu (4b) (Şekil 2.7d)
- Tip 5: Caroli hastalığı (büyük intrahepatik safra kanallarının segmental ektazisi) (Şekil 2.7e)



Şekil 2.7. Koledok kistleri Todani sınıflaması

Tip 1 koledok kistleri en sıktır, vakaların %80-90'ında görülür. Ana safra kanalının pankreatik kanal ile anormal bileşkesi koledok kistleri ile ilişkilidir ve Asya popülasyonunda vakaların %90'ında görülür (69).

Koledok kistleri sıklıkla kolestatik sarılık ile prezante olur, daha büyük çocuklarda ise karın ağrısı, ateş ve obstrüktif sarılık tipik triadı görülebilir (68, 71). Koledok kistlerinin en sık komplikasyonu asendan kolanjit ve/veya pankreatit, sıklıkla anormal pankreatikobiliyer bileşkeye bağlı, pankreatik sekresyonların safra kanallarına reflüsü nedeniyle meydana gelir. Karaciğer sirozu, portal hipertansiyon ve kist rüptürü tanımlanan diğer komplikasyonlardır. Koledok kistli çocuklar, özellikle 10 yaş üzerinde kolanjiokarsinom gelişim riski açısından artmış riske sahiptir. Bildirilen insidans %9-28 oranındadır (71). Malignite gelişim riskini azaltmak için tanı konur konmaz kist, varsa ortak kanal ve pankreatik kanal ile birlikte eksize edilmelidir (72, 73).

İlk tercih edilen görüntüleme yöntemi ultrasonografidir (74). Safra kanal dilatasyonunun derecesi ve lokalizasyonu kolaylıkla US ile tanımlanabilir. Bununla birlikte kist tiplendirmesi, etkilenen safra kanalının uzunluğu, protein tıkaçları veya kalkül varlığı ve lokalizasyonu, anormal pankreatikobiliyer bileşke eşlikçiliği preoperatif planlama için gereklidir ve bu amaçla MRKP %100'e varan doğrulukla kullanılabilir (57, 72, 75).

2.5.5.2.3. Pankreatikobiliyer Bileşkenin Değerlendirilmesi

Anormal pankreatikobiliyer bileşke (APBB) veya uzun ortak kanal çocuklarda pankreatit ve koledok kisti etyolojisinde yer alır (57, 76). Yetişkinlerde 15 mm üzerindeki ortak kanal uzunluğu anormal kabul edilirken, çocuklarda Fitoz ve arkadaşları (72) ve Kim ve arkadaşları (77) normal ortak kanal için 5 mm uzunluğu üst sınır kabul etmişlerdir.

Duodenum duvarı dışında anormal pankreatikobiliyer bileşke ve Oddi sfinkteri pankreatik ekzokrin enzimlerin safra kanallarına reflüsüne ve kolanjite, artan basınç ise safra kanallarının dilatasyonuna neden olur. Ters olarak, safranın pankreatik kanala reflüsü pankreatite neden olabilir (18, 76). MRKP'nin APBB saptama oranları literatürde %40-83 arasında değişen oranlarda tanımlanmıştır (76).

2 yaş altı çocuklarda ve büyük koledok kisti ile birlikteyse APBB'yi vizualize etmek zordur (76, 77). Sekretinli MRKP'nin APBB vizualizasyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir (48, 72, 75).

2.5.5.2.4. Pankreatit

Çocukluk çağında pankreasın akut ve kronik inflamatuvar hastalıkları anlamlı morbidite ve mortaliteye neden olur. Çocuklarda pankreatitin yaygın nedenleri arasında travma, yapısal pankreatikobiliyer anomaliler, sistemik hastalıklar, enfeksiyon ve ilaçlar yer alır. Bununla birlikte rekürren pankreatit idiyopatik olabilir (78). Pankreatite neden olan yaygın yapısal anomaliler; koledok kistleri, APBB ve pankreas divizumu içerir. Pankreas divizum dorsal ve ventral pankreatik kanalın füzyon bozukluğu sonucu meydana gelir. Dorsal pankreatik kanal kuyruk, gövde ve pankreas başının üst bölümünü minör duodenal papillaya, ventral kanal ise pankreas başının alt bölümü ve unsinat prosesi major duodenal papillaya drene eder. MRKP pankreas divizum tanısında %100 duyarlılığa sahiptir (79).

Kronik pankreatit etiyolojisi; kistik fibrozis, fibrozan pankreatit, herediter kronik pankreatit ve doğumsal metabolizma bozukluklarıdır (58).

Ultrasonografi, pankreas patolojilerinin saptanmasında ve ekstrapankreatik hastalıkların dışlanmasında primer görüntüleme yöntemidir. Bilgisayarlı tomografi ileri değerlendirme için yaygın olarak kullanılır (80).

MR/MRKP, ultrasonografiden sonra tercih edilen görüntüleme yöntemidir. MRKP özellikle pankreatit nedeni olan yapısal anomalilerin noninvaziv olarak tanımlanmasında ve pankreatit nedeni olarak dışlanmasında faydalıdır. MRKP'nin ERKP' nin aksine pankreatitin akut evresinde yapılabilmesi avantajdır (18, 76, 81).

İki yaş altındaki çocuklarda, pankreatik kanal, pankreas divizum ve APBB gibi anomalileri vizualize etmek zordur (57). Sekretinli MRKP'nin pankreatik kanal ve pankreatikobiliyer bileşkenin vizualizasyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir (48, 50, 75). Sekretin ayrıca erken başlangıçlı idiyopatik kronik pankreatit ve pankreas divizum tanısında MRKP'nin duyarlılığını artırmaktadır (49, 50).

2.5.5.2.5. Kolanjit-Primer Sklerozan Kolanjit (PSK)

Biliyer sistem enfeksiyonları çocuklarda meydana gelebilir ve sıklıkla konjenital kanal patolojileri, cerrahi olarak düzeltilmiş biliyer atrezi (Kasai prosedürü), karaciğer transplantasyonu ve immünyetmezlik ile ilişkilidir (61, 82). Enfeksiyöz kolanjit genellikle bakteriyel kaynaklıdır, ancak viral, fungal ve parazitik enfeksiyonlar da özellikle immünyetmezlik durumunda mümkündür. Şüpheli enfeksiyöz kolanjit vakalarında radyolojik değerlendirmede ilk amaç, anatomik-konjenital patolojilerin ortaya konması ve/veya safra kanalları obstrüksiyonunun varlığının araştırılmasıdır. Çocuklarda US ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi olup bunu MRKP takip eder (58).

Kolanjitin farklı bir tipi, çocuklarda giderek artan sıklıkta görülen primer sklerozan kolanjittir. PSK, safra kanallarının inflamasyonu ve obliteratif fibrozisi ile karakterize idiopatik bir durumdur ve siroz, portal hipertansiyon ve karaciğer yetmezliği ile sonuçlanabilir. Sıklıkla ülseratif kolit gibi inflamatuvar barsak hastalıkları (İBH) ile birlikte görülür. PSK'lı hastaların %70-80'inde İBH vardır ve tersi olarak da İBH olan hastaların %7'sinde PSK gelişecektir. Tanı, klinik ve tipik görüntüleme bulguları, kolestaz parametrelerinin yükselmesi ve karaciğer histolojisine dayanarak konulur (83, 84). ERKP tanı için standart referanstır, patolojik değişiklikler nonspesifiktir (5). Eğer PSK'dan şüpheleniliyorsa, MRKP biliyer sistemin değerlendirilmesinde ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir (5, 85). En çok görülen karakteristik bulgular, intra ve ekstrahepatik safra kanallarında birbirini izleyen striktür ve hafif dilatasyon alanları ile birlikte yüksek T2 sinyal intensitesinde periferik kama şekilli alanlardır. PSK'lı hastalarda MRKP'nin tanısal doğruluğu yaklaşık %90, ERKP'nin ise %97 olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte, ERKP invaziv bir tekniktir ve obstrüksiyon proksimalindeki safra kanallarını vizualize etmek zor veya imkansız olabilir (58). Ferrara ve arkadaşları (86) PSK klinik şüphesi ile pozitif MRKP bulgularının büyük olasılıkla doğru olduğu ve bu tür vakalarda invaziv bir teknik olan ERKP'nin yapılmasına gerek olmadığı sonucuna varmışlardır.

2.5.5.2.6. Kolelitiazis

Safra taşları çocuklarda görece nadir olmasına rağmen son yıllarda insidansı artmaktadır. Bu durum esas olarak US'nin daha yaygın kullanımına bağlı asemptomatik çocuklarda safra taşlarının daha sık saptanması ile ilişkilidir. Ayrıca pediatrik popülasyonda obezitenin artışı da önemli bir diğer nedendir (58). Kolelitiazis idiopatik olabilir, fakat yenidoğanlarda ve küçük çocuklarda sıklıkla sepsis, diüretikler ve total parenteral nütrisyon ile ilişkilidir (61). Daha büyük çocuklarda ise safra taşı oluşumu hemolitik anemi, kistik fibrozis ve ince barsak hastalıkları nedeniyle olabilir.

Ultrasonografi kolelitiazis değerlendirmesinde tercih edilen görüntüleme yöntemidir. MRKP, ultrasonografinin sonuçsuz kaldığı vakalarda problem çözücü bir teknik olarak rol oynayabilir. MRKP'de safra kesesi ve kanallardaki taşlar dolun defekti olarak görülür. Eğer biliyer obstrüksiyon varsa MRKP safra kanal dilatasyonu ve obstrüksiyon derecesini açıkça ortaya koyabilir (58).

2.5.5.2.7. Postoperatif Biliyer Anatomi ve Komplikasyonlar

Koledokojejunostomi, hepatikojejunostomi ve Billroth II gibi biliyer enterik anastomozları olan hastalarda ERKP genellikle uygun olmaz ve bu hastalarda MRKP pankreatikobiliyer sistemin değerlendirilmesinde tercih edilen görüntüleme yöntemidir. MRKP'nin anastomoz darlıklarını saptamada %100 duyarlılığı olduğu ve anastomoz proksimalindeki biliyer trakt taşlarının saptanmasında %90 duyarlılığı olduğu bildirilmiştir (1, 87).

2.5.5.3. MRKP Yorumlanmasında Tuzaklar ve Sınırlamalar

MRKP görüntülerinin yorumlanmasında, pankreatikobiliyer patolojiyi taklit eden veya patolojiyi gizleyebilen bazı tuzak-kısıtlılıklar mevcuttur. Dört ana kategoride sınıflandırılabilir; 1) teknik ve rekonstrüksiyon ile ilişkili artefaktlar, 2) patolojiyi taklit eden normal varyantlar, 3) intraduktal faktörler, 4) ekstraduktal faktörler (2).

1) Teknik ve rekonstrüksiyonla ilişkili artefaktlar: Kalın slab MRKP, ortalama hacim etkisi nedeniyle uzaysal rezolüsyon azaldığından küçük dolum defektleri veya darlıkları gizleyebilir. MIP reformatta, parsiyel volüm etkisi uzaysal rezolüsyonu azaltır ve dolum defektlerinin gözden kaçmasına ve darlıkların olduğundan fazla veya daha az değerlendirilmesine neden olur. Solunum artefaktlarına bağlı olarak, MIP reformatta biliyer ağaç stenotik, dilate, kesintili veya çift olarak görülebilir. Bu nedenle her zaman orijinal ince kesit verileri değerlendirmek önemlidir (2, 88).

SSFSE sekans MRKP'nin standart metodu olarak kullanılmaktadır. Bu sekanslar arasında T2 ağırlık derecesinde bazı varyasyonlar oluşabilir ve bu MRKP görüntüleme bulgularını etkileyebilir. HASTE sekans, yalnızca pankreatikobiliyer ağaçtaki statik sıvıyı değil aynı zamanda nispeten kısa eko zamanına bağlı vasküler yapılardaki yavaş akımı da gösterir. Uzun eko zamanına sahip RARE sekans ise, vasküler yapıları göstermez ancak yoğun ve hemorajik safra içeren safra kanallarının da vizüalizasyonuna izin vermeyebilir (89).

2) Patolojiyi taklit eden normal varyantlar: Ana safra kanalına paralel seyreden uzun sistik kanal, dilate ana kanalı taklit edebilirken, kontrakte koledokal sfinkter distal ana safra kanalında darlık veya impakte taşı taklit edebilir. Sistik kanalın safra kanalına insersiyosu dolum defekti ile karışabilir. MRKP'nin multipl görüntüleme planında yapılması veya görüntülemenin tekrarı bu problemleri çözmeye yardımcı olacaktır (2, 88).

3) İntraduktal faktörler: Safra kesesi ve kanallardaki dolum defektleri yalnızca taş nedeniyle değil ayrıca hava kabarcığı, debris, hemoraji ve tümör varlığına bağlı da ortaya çıkabilir. Safra içerisinde hava aksiyel görüntülerde nondependan dolum defekti olarak görülür. Ayrıca genişlemiş safra kanallarında ve geniş sistik kanal giriş bölgesinde akım fenomenine bağlı santral sinyal void görülebilir (2, 88, 90).

4) Ekstraduktal faktörler: Komşu damarlardan pulsatil vasküler kompresyon darlığı taklit edebilir. Ekstresek vasküler kompresyonun en sık yeri ana hepatik kanal ve sol hepatik kanaldır ve arkalarından geçen sağ hepatik artere bağlı olarak oluşur. Ana safra kanalının orta bölümü sağ anterolateral yönden

gastroduodenal arter tarafından daraltılabilir. Psödoobstrüksiyon tipik olarak minimal proksimal dilatasyon ile birlikte bant şeklinde kompresyon olarak görülür (2, 91). ERKP'de kontrast madde pozitif basınç ile biliyer ağaca enjekte edildiğinden arteryel basıya bağlı daralma daha az sıklıkla görülür (92).

Cerrahi klip veya endovasküler koiller gibi metalik yabancı cisimler nedeniyle oluşan 'susceptibility' artefaktları psödoobstrüksiyona neden olabilir. Şimdilerde laparoskopik kolesistektomi için kullanılan titanyum klipsler manyetik değildir ve sinyal kaybına neden olmaz (2, 91).

Mide ve duodenumdaki sıvı psödolezyon görünümü oluşturabilir. İntestinal sıvı ile çakışması pankreatikobiliyer traktı gizleyebilir veya psödostriktür oluşturabilir. Farklı açı ile ve farklı kesit kalınlığı ile MRKP yapılması bu problemi çözebilir (88). Alternatif olarak negatif oral kontrast maddeler kullanılabilir (93).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Popülasyonu

Eylül 2011 ile Mayıs 2015 tarihleri arasında biliyer sistem patolojisi şüphesi ile MRKP tetkiki yapılan pediatrik yaş grubunda toplam 62 hasta (35 kız, 27 erkek) retrospektif olarak değerlendirildi. En küçük hasta 4 günlük ve en büyük hasta ise 17 yaşındaydı. 7 hastaya MRKP tetkiki iki kez yapılmıştı ve toplamda 69 MRKP incelemesi değerlendirildi.

- 13 hastaya pankreatit ön tanısı ile (2 hastaya (ikişer kez) herediter pankreatit tanısıyla; 1 hastaya (iki kez) otoimmün pankreatit tanısıyla; 1 hastaya (iki kez) 'groove' pankreatit tanısıyla; 1 hastaya akut pankreatit ön tanısıyla ve diğer hastalara kronik pankreatit tanılarıyla).
- 5 hastaya konjenital biliyer dilatasyon ve 3 hastaya biliyer atrezi ön tanılarıyla
- İnflamatuvar barsak hastalığı tanısıyla takip edilen 25 hastaya, PSK tarama amaçlı
- 5 hastaya kolelitiazis-koledokolitiazis ön tanısıyla
- 2 hastaya kolestaz bulguları ile (1 hasta pankreas başı düzeyinde kitle basısına bağlı; 1 hasta gastroduodenal arter psödoanevrizma basısına bağlı)
- Biliyer-enterik anastomozu bulunan 6 hastaya anastomoz darlığı değerlendirilmesi amacıyla (3 hasta opere biliyer atrezi; 3 hasta opere koledok kisti)
- 2 hastaya biloma şüphesi ile (1 hasta alveolar hidatik kist nedeniyle opere; 1 hasta travma nedeniyle)
- kronik karaciğer hastalığı nedeniyle takip edilen 7 hastaya
- 1 hastaya çift safra kesesi ön tanısıyla

MRKP tetkiki yapılmıştı.

3.2. MRKP Tekniği

Tüm olgular standart olarak MR tetkiki için kontrendikasyon oluşturan kardiyak 'pacemaker', MR uyumluluğu bulunmayan cerrahi klips ve protez materyali mevcudiyeti açısından sorgulandı. Hastalar 4-6 saat açlığı takiben tetkik edildi. Nefes tutamayan, koopere olamayan veya mental gelişme geriliği bulunan toplam 31 olguda, anestezi eşliğinde entübe edilerek genel anestezi uygulandı. Anestezi yönetimi için 1 mg/kg lidokain, 3-5 mg/kg propofol ve idamede sevofluran 2.5-3 lt/dk dozunda uygulandı. Anestezi altında vital fonksiyonlar puls oksimetre ve EKG aracılığıyla takip edildi.

Kırk altı hastanın MR incelemesi 1.5 Tesla MR cihazı (Optima MR 450 W, GE) ile gerçekleştirildi. Sekiz kanal kardiyak koil kullanıldı. Üç plan lokalizer görüntülerin elde edilmesinin ardından aksiyel düzlemde T2 ağırlıklı propeller sekans respiratuvar triger kullanılarak uygulandı. Ardından koronal düzlemde single shot yöntemle T2 SSFSE sekans alındı. Bu görüntüler üzerinden, respiratuvar triger kullanılarak aksiyel (hepatik bifurkasyo düzeyinden başlayarak koledok ve pankreatik kanal bitimini içerek şekilde) ve koronal oblik düzlemde (pankreatik kanalı da içerek şekilde) 'multi shot' teknikle 3D ince kesit ağır T2 ağırlıklı görüntüler elde edildi. T1 ağırlıklı görüntüler yaklaşık 10 sn'lik nefes tutma periyotları ile uygulandı. Ardından 2-3 sn'lik nefes tutma periyotları ile (anestezi yapılmamış koopere hastalarda) koledok ve ana pankreatik kanal bileşkesi merkez kabul edilerek ortalama 15-20°'lik açı ile yaklaşık 4 cm'lik kalın slab görüntüler elde edildi.

Yirmi üç hastanın MR incelemesi ise 1.5 Tesla MR cihazı (Ingenia MR, Philips) ile gerçekleştirildi. Üç plan lokalizer görüntülerin elde edilmesinin ardından aksiyel ve koronal planda 2D TSE görüntüler alındı. Ardından bu görüntüler üzerinden koronal oblik planda 15-20°'lik aılar ile kalın kesit SSFSE ağır T2 ağırlıklı görüntüler elde edildi. Bu sekans ortalama 7-10 sn'lik nefes tutma periyotları ile gerçekleştirildi. 2D koronal plan gradient eko (balanced fast field echo; FFE) sekansı ile görüntüleme yapıldı. Ardından ise koronal planda T2 ağırlıklı multi shot TSE yöntem ile ince kesit 3D görüntüler elde edildi. Bu yöntemde yağ baskılama

için SPIR tekniği kullanıldı. Kaynak görüntüler üzerinden MIP (minimum intensite projeksiyon) yöntemi ile üç planda kalın kesit görüntüler elde edildi.

FOV değerlerine çocuğun boyutuna göre karar verildi ve FOV değerleri ortalama 25 ile 40 cm arasında değişmekteydi.

Tablo 3.1. Optima MR 450 W, GE 1.5 tesla MR cihazı çekim parametreleri

Parametreler	AX T2 propeller	Cor T2 SSFSE	kalın slab	3D ince kesit koronal
FOV (cm)	30	30	25	25
Kesit kalınlığı (mm)	4	5	40	1,4
Kesit aralığı (mm)	1	1	0	0
Matrix (piksel)	320x192	320x192	384x224	288x288
ETL	32	-	-	140
Echo Time (msn)	90	85	900	Minimum

Tablo 3.2. Philips 1.5 tesla MR cihazı çekim parametreleri

Parametreler	Ax T2 TSE	Cor T2 TSE	Kalın slab	3D ince kesit koronal
FOV (cm)	40	38	30	33
Kesit kalınlığı (mm)	5	4,8	40	1
Kesit aralığı (mm)	1	1	0	0
Matrix (piksel)	288x218	272x235	320x256	332x329
ETL	71	56	256	192
Echo Time (msn)	80	80	800	600

3.3. Görüntü Analizi

Kalın ve ince kolimasyon ile elde edilen MRKP görüntüleri iki radyolog tarafından retrospektif olarak değerlendirildi ve fikir birliği ile sonuca varıldı.

62 hastaya ait toplam 69 MRKP incelemesi; koledok kistleri grubunda etkilenen intra-ekstrahepatik safra kanallarının belirlenmesi ve Todani sınıflamasına göre (70) tiplendirilmesi; biliyer atrezi grubunda intra-ekstrahepatik safra kanallarının ve safra kesesinin varlığı ve kistik artığın eşlik edip etmediği; PSK taraması yapılan hastalarda safra yollarında dilatasyon-düzensizlik varlığı; pankreatikli hasta grubunda pankreatik kanalda dilatasyon-düzensizlik ve kanalda dolun defektleri; kolestaz-kolelitiazis hasta grubunda safra kanallarında dilatasyon ve dolun defektleri varlığı; biliyer-enterik anastomozlu postoperatif hastalarda anastomoz düzeyleri striktür varlığı ve eşlik eden safra kanal dilatasyonu açısından retrospektif olarak değerlendirildi.

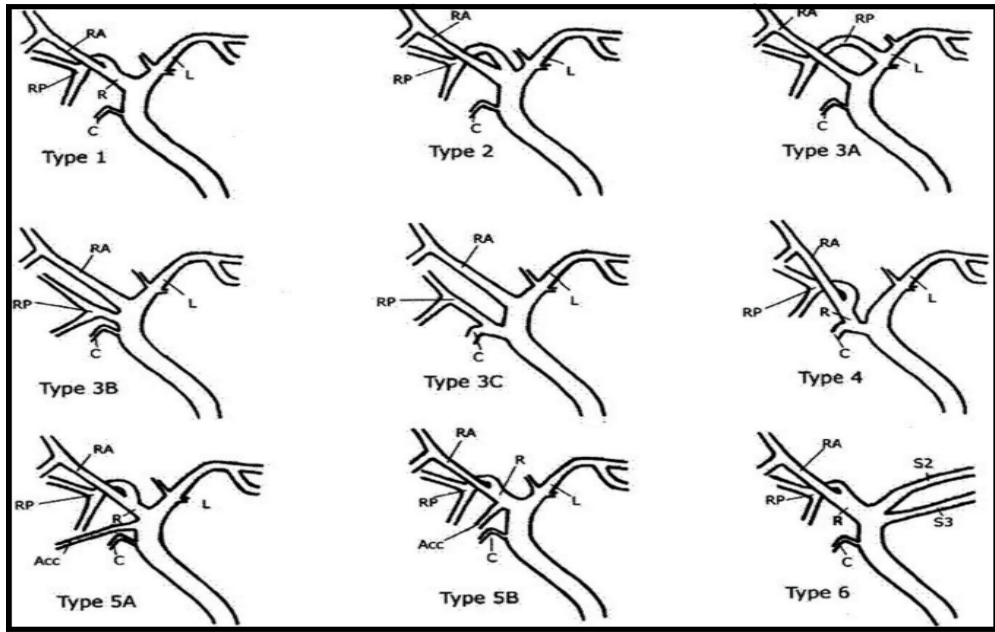
Ayrıca hastalar anormal pankreatikobiliyer bileşke (uzun ortak kanal) varlığı ve eşlik ettiği patolojiler açısından değerlendirildi. Koledok ve pankreatik kanalın, duodenuma 5 mm'den daha uzak bir mesafede birleşmesi anormal pankreatikobiliyer bileşke olarak kabul edildi.

MRKP tetkikleri biliyer varyasyon varlığı açısından da değerlendirildi ve Choi ve arkadaşlarının (94) yaptığı sınıflamaya göre tiplendirme yapıldı (Şekil 3.1). Biliyer varyasyonlar içinde sistik kanal açılımları da değerlendirildi. Sistik kanalın, koledogun distal 1/3 bölümüne açılması aşağı insersiyö; ana hepatik kanalın soluna açılması ise medial insersiyö olarak değerlendirildi.

Kalın slab ve 3D görüntüler arasında görüntü kalitesinin farklılığı değerlendirildi. 3 biliyer atrezili olgu ile yalnızca 3D veya kalın slab görüntü elde edilen 2 olgu dışlanarak 64 MRKP tetkiki skorlandı. Bu amaçla; sağ ve sol proksimal safra kanalları (sektör dallarının ilk dallanma noktasına kadar izlenen bölümleri proksimal safra kanalları olarak kabul edildi), sağ ve sol ana hepatik kanallar, ana hepatik kanal, sistik kanal, safra kesesi, koledok, baş ve kuyruk düzeylerinde pankreatik kanal, minör pankreatik kanal görülebilirliği, dilatasyon varlığı ve safra kesesi, koledok ve pankreatik kanal içi patoloji açısından değerlendirildi ve skorlandı. Ayrıca görüntü kalitesi için yine kalın slab ve 3D görüntüler için ayrı ayrı görsel skorlama yapıldı ve pankreatikobiliyer anatomisinin görülebilirliğine göre iyi (3); orta (2); zayıf (1) ve tanısal değil (0) olarak skorlandı.

3.4. İstatistiksel Analiz

Araştırma verisi “SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL)” aracılığıyla bilgisayar ortamına yüklendi ve değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma, frekans dağılımı ve yüzde olarak sunuldu. Kategorik değişkenlerin değerlendirmesinde Pearson Ki-Kare Testi, McNemar Testi ve McNemar-Bowker Testi uygulandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.



Şekil 3.1. Biliyer varyasyon sınıflaması (Choi ve ark.) (94)

4. BULGULAR

Biliyer sistem patolojisi şüphesi ile Eylül 2011-Mayıs 2015 tarihleri arasında MRKP tetkiki yapılan 62 hastaya ait toplam 69 MRKP incelemesi retrospektif olarak değerlendirildi. Hasta yaşları 4 gün ile 17 yıl arasında değişmekteydi. Yenidoğan döneminde incelemesi gerçekleştirilen toplam 3 hasta mevcuttu. Yenidoğan dönemi dışındaki hasta grubunda en küçük hasta 2 aylıktı ve en büyük hasta 17 yaşındaydı (ortalama 10.1 yıl). Hastaların %56.5'i (n=35) kız, % 43.5'i (n=27) erkekti.

İncelenen hastaların %12.9'u (n=8) 1 yaş ve altındayken %14,6'sı (n=9) 2-5 yaş arasında, %41,9'u (n=26) 6-14 yaş arasında, %30,6'sı (n=19) ise 15 yaş ve üzerindeydi.

Toplam 69 MRKP tetkikinin % 52.2'sinde (n=36) patoloji saptanırken, % 47.8'i (n=33) normaldi. Bir yaş ve altı hastalarda yapılan MRKP tetkiklerinin tümü (n=8) patolojikti. 2-5 yaş arası hasta grubunda MRKP tetkiklerinin %15.4'ü (n=2) normal, % 86'sı (n=11) patolojik; 6-14 yaş grubunda MRKP tetkiklerinin % 66.7'si (n=18) normal, % 33.3'ü (n=9) patolojik; 15 yaş ve üstü hasta grubunda MRKP tetkiklerinin % 61.9'u (n=13) normal, % 38.1'i (n=8) patolojikti. Yaş grupları arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı (p< 0.05).

Biliyer atrezi, koledok kisti ve kolelitiazis ön tanısıyla inceleme yapılan tüm MRKP tetkikleri patolojikti. Pankreatit ön tanısıyla inceleme yapılan MRKP tetkiklerinin % 84.6'sı (n=11) patolojik, % 15.4'ü (n=2) normaldi. Primer sklerozan kolanjit tarama amaçlı inceleme yapılan hastaların ise %96'sı (n=24) normal, %4'ü (n=1) patolojikti.

En sık klinik istem nedeni tüm MRKP tetkiklerinin %36.2'sini (n=25) oluşturan primer sklerozan kolanjit tarama amaçlı yapılan incelemelerdi. İkinci sırada ise tüm tetkiklerin %18.8'ini (n=13) oluşturan pankreatit ön tanısıyla çekim yapılan hasta grubu yer almaktaydı.

Kalın slab görüntüler için görsel görüntü kalite skoru 3 hasta için zayıf, 12 hasta için orta ve 49 hasta için iyi olarak belirlenmiştir. 3D görüntüler için görsel kalite skoru 4 hasta için zayıf, 11 hasta için orta ve 49 hasta için iyi düzeydeydi.

İncelenen hastaların yaş grupları arasında anestezi uygulanma durumu açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$). Yapılan analizler sonucu anlamlı farkın “2-5 yaş” grubundan kaynaklandığı görüldü. “2-5 yaş” grubunda yer alan hastalardan anestezi uygulananların yüzdesi diğer yaş gruplarından anlamlı olarak yüksekti (Tablo 4.1).

Görüntü kalite skoru değerlendirmesinde zayıf olan gruptaki görüntü sayısı çok az olduğu için zayıf ve orta görüntü kalite skorlarındaki tetkikler birleştirilerek zayıf/orta şeklinde tek grup olarak değerlendirildi. Buna göre yaş grupları arasında görüntü kalite skoru açısından anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Yaş gruplarına göre anestezi uygulanma durumu ve görüntü kalitesi

	Yaş Grupları				p
	≤1 yaş	2-5 yaş	6-14 yaş	≥15 yaş	
	Sayı (%*)	Sayı (%*)	Sayı (%*)	Sayı (%*)	
Görüntü Kalite Skoru					
Zayıf/Orta	1 (20,0)	1 (7,7)	10 (38,5)	3 (15,0)	0,117
İyi	4 (80,0)	12 (92,3)	16 (61,5)	17 (85,0)	
Anestezi Uygulanma Durumu					
Uygulanmamış	2 (25,0)	3 (23,1)	17 (63,0)	16 (76,2)	0,005 ^a
Uygulanmış	6 (75,0)	10 (76,9)	10 (37,0)	5 (23,8)	
*Sütun yüzdesi					
^a Anlamlı farkın kaynağı “2-5 yaş” grubu					

Kalın slab ve 3D görüntüler arasında pankreatikobiliyer anatomisinin görülebilirliği ile ilişkili yapılan karşılaştırmada; sağ ve sol lob proksimal safra kanalları, sistik kanal ve kuyruk bölümünde pankreatik kanal görülebilirliği 3D görüntülerde, kalın slab görüntülere göre üstündü ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0,05$) (Tablo 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

Tablo 4.2. Kalın slab ve 3D İmajlarda Sağ Lob Proksimal Safra Kanallarının Görülebilirliğinin Değerlendirilmesi

	3D/Sağ Lob Proksimal Kanal Görülebilirliği		p
	Yok (n=10)	Var (n=54)	
Kalın Slab/Sağ Lob Proksimal Kanal Görülebilirliği			
Yok	8 (80,0)	19 (35,2)	<0,001
Var	2 (20,0)	35 (64,8)	
	Sayı (%*)	Sayı (%*)	
*Sütun yüzdesi			

Tablo 4.3. Kalın Slab ve 3D İmajlarda Sol Lob Proksimal Safra Kanallarının Görülebilirliğinin Dağılımı

	3D/Sol Lob Proksimal Kanal Görülebilirliği		p
	Yok (n=14)	Var (n=50)	
Kalın Slab/Sol Lob Proksimal Kanal Görülebilirliği			
Yok	13 (92,9)	21 (42,0)	<0,001
Var	1 (7,1)	29 (58,0)	
	Sayı (%*)	Sayı (%*)	
*Sütun yüzdesi			

Tablo 4.4. Kalın Slab ve 3D İmajlarda Sistik Kanalın Görülebilirliğinin Dağılımı

	3D/Sistik Kanal Görülebilirliği		p
	Yok (n=10)	Var (n=54)	
Kalın Slab/ Sistik Kanal Görülebilirliği			
Yok	13 (76,5)	15 (31,9)	0,019
Var	4 (23,5)	32 (68,1)	
	Sayı (%*)	Sayı (%*)	
*Sütun yüzdesi			

Tablo 4.5. Kalın Slab ve 3D İmajlarda Pankreatik Kanal Kuyruk Bölümünün Görülebilirliğinin Dağılımı

	3D/Pankreatik Kanal Kuyruk Bölümü Görülebilirliği		p
	Yok (n=10)	Var (n=54)	
Kalın Slab/ Pankreatik Kanal Kuyruk Bölümü Görülebilirliği			
Yok	16 (88,9)	12 (26,1)	0,013
Var	2 (11,1)	34 (73,9)	
	Sayı (%*)	Sayı (%*)	
*Sütun yüzdesi			

Postoperatif inceleme yapılan grupta yer alan 7 MRKP tetkiki dışlanarak, 57 MRKP tetkiki üzerinden yapılan değerlendirmede; koledok, 3D görüntülerde tüm hastalarda görülebilirken, kalın slab imajlarda 2 hastada (2/57) görüntülenememişti. Sistik kanal, 3D imajlarda tetkiklerin %82.5'inde (n=47) görülebilirken, kalın slab imajlarda ise tetkiklerin %63.2'sinde (n=36) görülebildi. Pankreatik kanal baş bölümünde 3D görüntülerde tetkiklerin %75.4'ünde (n=43) izlenirken, kalın slab görüntülerde ise tetkiklerin %68.4'ünde (n=39) görülebildi. Pankreatik kanal kuyruk

bölümü ise 3D görüntülerde tetkiklerin %73.7'sinde (n=42) görülebilirken, kalın slab görüntülerde ise %61.4'ünde (n=35) görülebildi. Kalın slab görüntülerde 1 yaş ve altı hastaların hiçbirinde (4/57) sağ lob proksimal safra kanalları görüntülenemedi.

Olguların 47'sine US inceleme yapılmıştı. 5 olguda MRKP, US'da saptanan bulgulara ek katkı sağlamıştır. 1 olguda anormal pankreatikobiliyer bileşkenin saptanması, biliyer atrezili bir olguda kistik artığın görüntülenmesi, çift safra kesesi olgusunda duplike safra kesesi yanı sıra kistik artığın gözlenmesi, postoperatif koledok kisti olgusunda anastomoz darlığının gösterilmesi ve opere alveolar hidatik kist olgusunda anastomoz darlığı ve mevcut kolleksiyonun safra kanalları ile ilişkisinin gösterilmesi, MRKP'nin katkılarındandı.

Altmış iki hastanın 18'inde (%29) biliyer varyasyon saptandı. İki hastada ise birden fazla varyasyon mevcuttu. Saptanan varyasyonların tipleri ve sıklığı tablo 4.6' de özetlenmiştir.

Tablo 4.6. Çalışmada Saptanan Biliyer Varyasyon Tipleri ve Sıklığı

Biliyer varyasyon	Tipi	Sıklığı
Sağ posterior sektör dalı sol ana hepatik kanala açılıyor	Tip 3a	8
Sağ anterior, sağ posterior ve sol ana hepatik kanal birlikte açılıyor (trifikasyon)	Tip 2	4
Sağ posterior sektör dalı sistik kanala açılıyor	Tip 3c	1
Sağ posterior sektör dalı sistik kanal açılımının hemen öncesinde ana hepatik kanala açılıyor	Tip 3b	1
Sağ posterior sektör dalı sistik kanal insersiyosu altında koledoğa açılıyor	Tip 7	1
Segment 6' yı drene eden aberran safra kanalı ana hepatik kanala açılıyor	Tip 5a	1
Sistik kanal ana hepatik kanala soldan açılıyor (medial insersiyö)	-	3
Sistik kanal distal 1/3 koledok bölümüne açılıyor (aşağı insersiyö)	-	1

Tüm hastaların 2'sinde (2/62) anormal pankreatikobiliyer bileşke saptandı. Hastalardan biri MRKP tetkikinde tip 4a koledok kisti tanısı alan kız hastaydı. Diğer hasta ise pankreatit ön tanısıyla tetkik edilen ve MRKP tetkikinde duodenum ile pankreas arasında 'groove' pankreatiti düşündüren kontrastlanan yumuşak doku ve eşlik eden koledok ve intrahepatik safra dilatasyonu saptanan kız olguydu.

Tüm hastaların 4'ünde (4/62) minör pankreatik kanal görülebildi. 3 hastada minör pankreatik kanal yalnızca 3D imajlarda izlenebilirken, kalın slab imajlarda ise ayrı bir yapı olarak seçilemedi. Bir hastada ise pankreas divizum tespit edildi ve bu hastanın hem 3D hem kalın slab imajlarında minör pankreatik kanal görülebildi. Pankreas divizum saptanan olgu, PSK tarama amaçlı tetkik edilmiş ve MRKP sonucu normal olarak değerlendirilmişti.

Bir hastada ana hepatik kanalda arter basısına bağlı olarak değerlendirilen yalancı dolun defekti izlendi ve 3D görüntülerde arter seyri gösterilebildi. Bu durum daha çok erişkinlerde görülmekle birlikte bizim olgumuzda da gösterilebilmiştir.

Koledok kisti ön tanısıyla MRKP tetkiki yapılan olgu grubu ve görüntüleme bulguları:

Bu grupta 5 hasta (3 kız, 2 erkek) yer almaktaydı. Yaş aralığı 10 gün ile 11 yıl arasındaydı. Hastaların 3'ü tip I, 1'i tip IVa ve 1'i tip V (Caroli) olarak yorumlandı.

Bu gruptaki hastalar anormal pankreatikobiliyer bileşke varlığı açısından değerlendirildi. Anormal pankreatikobiliyer bileşke 1 hastada saptandı, iki hastada ise yoktu. Diğer iki hastada ise büyük kist boyutları nedeni ile anormal pankreatikobiliyer bileşke varlığı değerlendirilemedi.

Hastaların 4'üne US inceleme yapılmıştı. US bulguları, MRKP sonuçları ile uyumlu olmakla birlikte, bir hastada anormal pankreatikobiliyer bileşkenin gösterildiği MRKP ultrasonografiye göre üstündü.

Hastaların 4'ü koledok kisti tanısıyla opere edilmiş olup intraoperatif bulguları ve patoloji sonuçları MRKP bulgularını destekler nitelikteydi.

Bir olguda, koledokta fuziform dilatasyon yanı sıra, ana hepatik kanal ve sağ-sol ana hepatik kanallarda hafif dilatasyon da eşlik etmekteydi. Bulgular öncelikle, tip 1 koledok kisti ve staz ile ilişkili olabilecek minimal hepatik kanal dilatasyonu

olarak değerlendirildi ancak, tip IVa koledok kisti olasılığı ekarte edilemedi. İntraoperatif bulguları ve patolojisi tip I koledok kisti ile uyumlu olarak kabul edildi.

Diğer bir olgu, infantil tip otozomal resesif polikistik böbrek hastalığı tanısı olan ve US incelemede karaciğerde, bir kısmında safra kanalları ile şüpheli ilişkilene tanımlanan multipl kistik lezyonlar saptanan erkek hastaydı. MRKP tetkikinde, en büyükleri segment 7-8'de 3 cm ölçülen, bir kısmı septalı kistler yanı sıra safra kanalları ile ilişkili multipl milimetrik kistler ve fokal dilate safra kanalları saptandı. Ayrıca böbreklerde polikistik böbrek hastalığı ile uyumlu görünüm mevcuttu. Ayırıcı tanıda öncelikle tip V koledok kisti (Caroli) düşünüldü. Daha sonra karaciğer biyopsisi yapılan olguda, patoloji bir başka duktal plate malformasyonu olan Von Meyenburg kompleksi ile uyumlu olarak belirtildi.

Biliyer atrezi ön tanısıyla MRKP tekiki yapılan olgu grubu ve görüntüleme bulguları:

Bu grupta 3 hasta (3 kız) yer almaktaydı. Yaş aralığı 4 gün ile 2 ay arasındaydı.

On yedi günlük kız olguda, kese, koledok ve intrahepatik safra kanalları izlenmemiş olup portal hilus düzeyinde kistik artık mevcuttu. Kistik artık yalnızca 3D görüntülerde izlenmekle birlikte, kalın slab görüntülerin incelenmesinde ayırt edilememişti.

Dört günlük diğer kız olguda ise koledok ve safra kesesi izlenmemiş olup intrahepatik safra kanallarında ise kistik dilatasyonlar mevcuttu. Ayrıca portal hilusta ve kese yatağında intrahepatik yerleşimli büyüğü 3.5x3 cm boyutlu, bir kısmı birbirleriyle ilişkilene gösteren kistik lezyonlar izlendi. Biliyer atrezi ve koledok kisti birlikteliği olabileceği düşünüldü. İntraoperatif bulgularında kese izlenmezken rudimenter koledok benzeri yapı görüldü, yapılan kolanjiografide intrahepatik safra yolları gösterilemedi. Pediatrik radyolog tarafından yapılan intraoperatif US kontrolünde; MRKP'de tanımlanan safra kanal dilatasyonlarının tamamen gerilediği görüldü. Patoloji sonucu da biliyer atreziyi destekler nitelikteydi.

İki aylık kız bebek olan son olguda ise, US'da kese saptanmamış, distalde koledok izlenmiş olup proksimal safra kanalları ile devamlılığı vizualize edilememişti. MRKP incelemede, kese izlenmemiş olup 3D görüntülerde kistik artık

saptanan olguda koledok seyri distal açılım bölgesine kadar izlenebildi. Kistik artık US'da saptanmazken MRKP ile gösterilebildi.

Pankreatit ön tanısı ile MRKP tetkiki yapılan olgu grubu ve görüntüleme bulguları:

Bu grupta 8 hasta (4 kız, 4 erkek) yer almaktaydı. 5 hastaya iki kez MRKP tetkiki yapılmıştı. Yaş aralığı 2 yıl ile 15 yıl arasında değişmekteydi. İki hastaya herediter pankreatit, 1 hastaya otoimmün pankreatit, 1 hastaya 'groove' pankreatit, 1 hastaya akut pankreatit, diğer hastalara ise kronik pankreatit tanılarıyla MRKP incelemesi yapılmıştı.

İki hastanın herediter pankreatit tanısı mevcuttu. Daha önce birkaç kez pankreatit atağı geçiren ilk olgunun MRKP tetkikinde; pankreatik kanal ve yan dallarda geniş ve düzensiz görünüm ve baş-boyun bölümünde pankreatik kanalda dolun defektleri gözlemlendi. MRKP tetkikinden 10 ay önce yapılan ERKP'de pankreatik kanal ve yan dallarda genişleme, yan dallarda küntleşme ve kanalda hareketli hava kabarcıkları saptanmış ancak taş izlenmemişti. MRKP taş ya da havaya bağlı dolun defekti ayırımını sağlayamadı.

Diğer herediter pankreatit olgusunda ise pankreatik kanal boyun-gövde bileşkesinde darlığa işaret eden kesinti ve bu düzeyin proksimalinde kalan gövde distali-kuyruk bölümünde pankreatik kanalda genişleme ve düzensiz görünüm izlendi. 2 ay sonra yapılan ERKP incelemede MRKP bulguları ile benzer şekilde gövde düzeyinde darlık izlenmiş ve stent konulmuştu. 3 yıl sonra yapılan MRKP kontrolünde pankreatik kanal dilatasyonunun devam ettiği gözlemlendi ve kanaldaki stent görüldü.

Diğer bir olguda, karaciğer fonksiyon testlerinde yükseklik ve sarılık şikayetleri nedeni ile yapılan MRKP ve dinamik pankreas MR incelemesinde, intrahepatik safra kanalları ve koledokta duvar kalınlaşması ve dilatasyon, koledok distalinde ise darlık izlendi. Kese hidropikti. Pankreas kuyruk bölümünde T1AG'de hipointens, T2 AG'de hiperintens sinyal değişiklikleri ve postkontrast serilerde arteriyel fazda parankime göre hipointens, portal ve geç evrede ise izointens görünüm izlendi. Ayrıca postkontrast serilerde biliyer sistem duvarlarında kolanjit ile uyumlu kontrastlanma gözlemlendi. Periportal, paraçölyak ve hepatoduodenal ligaman yerleşimli

multipl lenfadenopatiler gözlemlendi. Bulgular öncelikle IG4 ile ilişkili otoimmün pankreatit ve kolanjit lehine değerlendirildi. US eşliğinde yapılan karaciğer ve lenf nodu biyopsisi sonucunda, patolojik bulgular öncelikle IG4 ile ilişkili olabilecek PSK ile ilişkili destrüktif kolanjit bulguları şeklinde değerlendirilmişti. Hastanın IG4 kan değerleri normaldi. Steroid ve immünsüpresif tedavi (azatioprin) sonrasında yapılan MRKP kontrolünde, koledok distalindeki darlık, intrahepatik safra kanalları ve koledoktaki genişleme devam etmekle birlikte pankreas kuyruk bölümündeki patolojik sinyal değişiklikleri, lenfadenopatiler ve hidropik kese bulguları gerilemişti.

Kolestaz bulguları olan ve dış merkez BT'de pankreas ve duodenum arasında kontrastlanan lezyon saptanan diğer olgunun MR ve MRKP incelemesinde duodenum ile pankreas arasında 'groove' pankreatit ile uyumlu olarak değerlendirilen kontrastlanan yumuşak doku, koledok distalinde papillanın 17 mm öncesinde fokal darlık ve bu düzeyin proksimalinde kalan koledok ve intrahepatik safra kanallarında dilatasyon mevcuttu. Görünüm pankreatite ikincil gelişmiş fokal darlık ve buna bağlı dilatasyon olarak değerlendirildi. Dokuz ay sonra yapılan MRKP kontrolünde, intrahepatik safra kanalları ve koledokta dilatasyonun arttığı, distal koledokta çamur ile uyumlu dolunluk defekti izlendi. Duodenum ve pankreas arasındaki patolojik sinyal değişikliği tümüyle gerilemişti. Ancak hasta klinik takipten çıktı.

Bir diğer olgu, tekrarlayan pankreatit atağı ve kronik pankreatit tanısıyla takip edilmekteydi. MRKP incelemesinde, pankreatik kanalda gövde-kuyruk bölümünde düzensiz genişlemeler ve taşa ait olabilecek milimetrik dolunluk defektleri saptanmıştı. Yaklaşık 2 ay sonra yapılan ERKP tetkikinde, pankreatik kanal proksimalinde yaklaşık 2-3 cm' lik segmentte görece darlık ve distalde genişleme saptanmış, baş kısmında izlenen taşlar çıkarılarak stent yerleştirilmişti. 3 ay sonraki kontrol MRKP pankreatik kanal baş-gövde bölümünde dilatasyon ve kanalda taş veya çamura ait olabilecek dolunluk defektlerini gösterdi. Ayrıca pankreatik kanaldaki stent de izlenebildi.

PSK tarama amaçlı MRKP tetkiki yapılan olgu grubu ve görüntüleme bulguları

Bu grupta 25 hasta (13 kız, 12 erkek) yer almaktaydı. Yaş aralığı 2 yaş ile 17 yaş arasındaydı. MRKP incelemelerinde bu gruptaki olguların sadece birinde patoloji

saptandı. Bu olguda, portal hilus düzeyinde ana hepatik kanalda kesinti ve intrahepatik safra kanallarında genişleme izlendi. Bası oluşturan ayırık lezyon saptanmadı. BT bulguları MRKP ile benzerdi. İnflamatuvar barsak hastalığı nedeniyle takip edilen ve karaciğer fonksiyon testleri de bozulmuş olan hastada ana hepatik kanaldaki bu kesintinin kolanjit sekeli fokal darlık olabileceği düşünüldü.

MRKP incelemesi normal olan ve karaciğer biyopsisi uygulanan olguların birinde fokal destrüktif kolanjit bulguları saptanmış ve öncelikle primer biliyer siroz düşünülmüş, diğerinde ise hafif derecede kolestaz ve duktulit saptanmıştı. Duktulit saptanan olgu ülseratif kolit tanısı nedeniyle primer sklerozan kolanjit olarak kabul edildi.

Kolelitiazis-koledokolitiazis ön tanısı ile MRKP tetkiki yapılan olgu grubu ve görüntüleme bulguları:

Bu grupta 5 hasta (3 kız, 2 erkek) yer almaktaydı. Yaş aralığı 2 ay ile 16 yaş arasındaydı. MRKP inceleme endikasyonlarını US incelemede gaz nedeniyle koledokun tüm seyri boyunca değerlendirilememesi oluşturmaktaydı.

2 olguda koledok distalinde taş ile uyumlu dolum defekti ve koledok ve intrahepatik safra kanallarında dilatasyon saptandı. Olgulardan birine ERKP yapılmış olup, MRKP bulgularını destekler nitelikte koledok distalinde taş gözlenmişti.

1 olguda safra kesesinde taş ile uyumlu dolum defekti izlendi ancak distal koledok vizualize edilemedi. Sık pankreatit geçiren olguya ERKP yapılmış ve distal koledokta taş saptanmamıştı.

Bir diğer olguda ise yoğun içeriğe bağlı kesede seviyelenme izlendi. Bu hastanın 3D ve kalın slab görüntülerinde seviyelenmeye bağlı olarak kese optimal şekilde değerlendirilemedi ve dolum defekti saptanmadı. T1 ağırlıklı görüntülerde ise yoğun safra içeriğine bağlı hiperintens görünen kese içinde taş ile uyumlu olarak değerlendirilen milimetrik hipointens dolum defekti görüldü.

Postoperatif dönemde MRKP inceleme yapılan olgular ve görüntüleme bulguları:

Bu grupta 6 hasta (4 kız, 2 erkek) yer almaktaydı. Bir hastaya iki kez inceleme yapılmıştı. Yaş aralığı 15 ay ile 15 yaş arasında değişmekteydi. 3 olgu

biliyer atrezi, 3 olgu koledok kisti ve 1 olgu alveolar hidatik kist nedeni ile opere edilmişti.

Operasyon öncesi MRKP'de tip IVa koledok kisti ve eşlik eden uzun ortak kanal ve pankreatik kanal dilatasyonu saptanan olguda postoperatif dönem MRKP incelemesinde, kese ve koledoğun çıkarıldığı ve hepatikojejunostomi uygulandığı gözlemlendi. Anastomoz düzeyi düzenliydi. Ancak rezidü uzun ortak kanal ve pankreatik kanal dilatasyonu ile dolmuş defektleri saptandı.

Diğer opere koledok kisti olgusunda, hepatikojejunostomi gözlemlendi. Anastomoz düzeyinde darlığı ve eşlik eden intrahepatik safra kanallarında dilatasyon gözlemlendi. Kalın slab görüntülerde anastomoz düzeyi net değerlendirilemezken, ince kesit görüntülerde anastomoz düzeyindeki darlık gösterilebildi. US incelemesinde de intrahepatik safra kanallarında dilatasyon ve düzensizlik tanımlanan hastada, MRKP tetkikinde anastomoz darlığının gösterilebilmesi ultrasonografiye üstünlüğü idi.

Biliyer atrezi nedeniyle opere edilen olgular subgrubunda, iki hastada intrahepatik safra kanallarında hafif dilatasyon-düzensizlik tespit edildi ve anastomoz darlığı ve kolanjit sekeli olarak yorumlandı. Diğer olguda ise anastomoz düzeyi net değerlendirilememekle birlikte intrahepatik safra kanallarında dilatasyon saptanmadı.

Alveolar hidatik kist nedeniyle parsiyel hepatektomi yapılan olguda, sağ ana safra kanalının ortak kanala açılım düzeyinin dar olduğu ve sağ lob intrahepatik safra kanallarının geniş olduğu gözlemlendi. Ayrıca subkapsüler kolleksiyonun genişlemiş safra kanalları ile ilişkilendiği gösterildi. Aynı hastanın US ve BT incelemesi subkapsüler kolleksiyonu saptamış ancak safra kanalları ile ilişkisini MRKP tetkiki ortaya koyabilmişti. Bu olgu biloma tanısı aldı ve ERKP yapılan hastada bifurkasyon düzeyinde sağ hepatic kanaldaki darlık ve bu düzeydeki kaçak doğrulandı.

Çalışmaya dahil edilen diğer olgular ve görüntüleme bulguları:

Yüksekten düşme öyküsü olan bir hastada, DSA ile de doğrulanmış gastroduodenal arter ile ilişkili psödoanevrizma ve psödoanevrizmanın basısına bağlı koledok ve intrahepatik safra kanallarında dilatasyon saptandı.

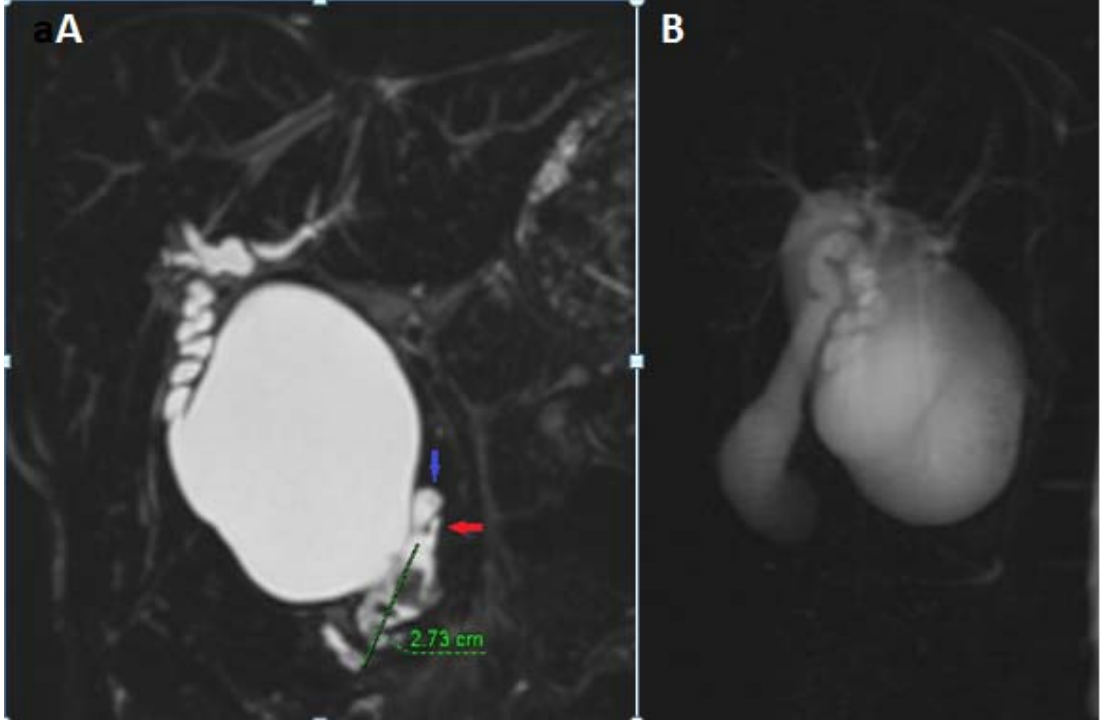
Diğer bir olguda, üst abdomen MR ve MRKP incelemesinde, portal hilus düzeyinde ve pankreas başı-unsinat proses düzeyinde ekstrapankreatik yerleşimli

kitleler ve kitle basısına bağlı koledok, ana pankreatik kanal ve intrahepatik safra kanallarında dilatasyon saptandı. Kitle eksizyonu yapılan hastanın patoloji sonucu diffüz büyük B hücreli lenfoma ile uyumlu idi. Postoperatif MRKP tetkikinde, intrahepatik safra kanalları ve koledoktaki genişlemenin belirgin gerilediği, pankreatik kanalın normal genişlikte olduğu görüldü. Retropankreatik alanda izlenen kolleksiyon nedeniyle koledok basısı söz konusuydu.

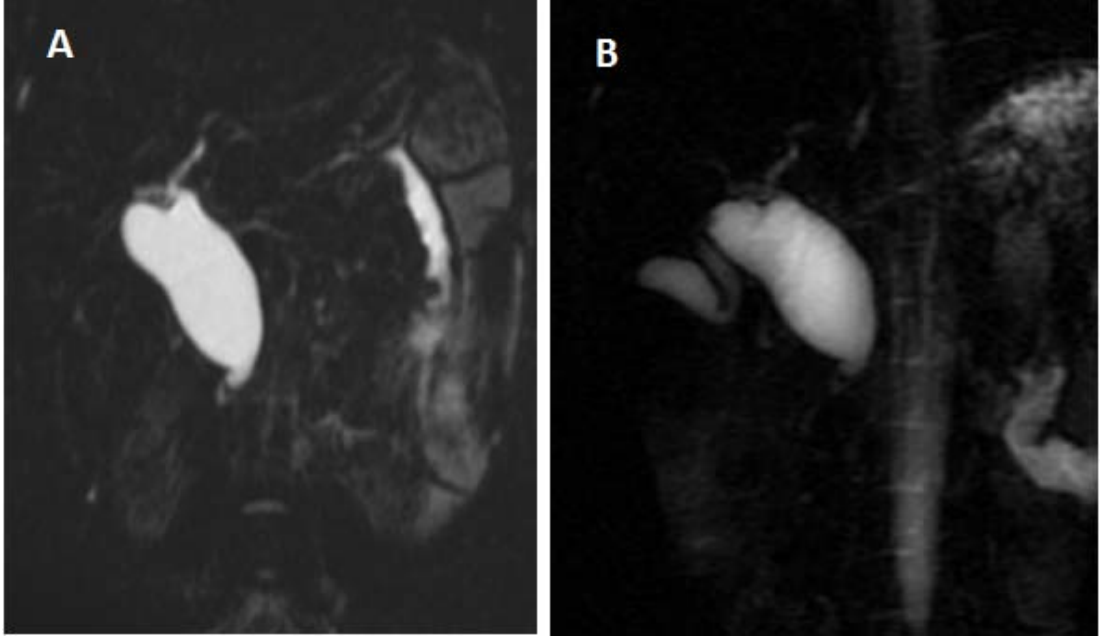
Travma öyküsü olan diğer bir olguda, MRKP tetkikinde karaciğer sol lobda infarkt-laserasyon ile uyumlu sinyal değişiklikleri ve sol lobda safra kanalları ile ilişkilenen kolleksiyonlar (biloma) saptandı ve hasta kontrole alındı.

Bir olguda ise, US incelemede çift safra kesesi saptanmış, ekstrahepatik safra kanalları ise hasta ajitasyonu nedeniyle değerlendirilememiştir. MRKP incelemede duplike safra kesesi yanı sıra portal hilusta kistik artık da saptandı.

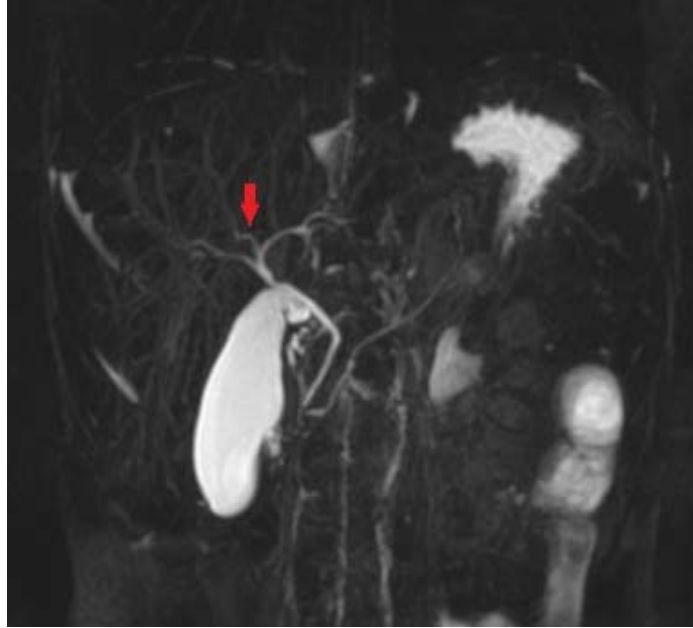
5. OLGU ÖRNEKLERİ



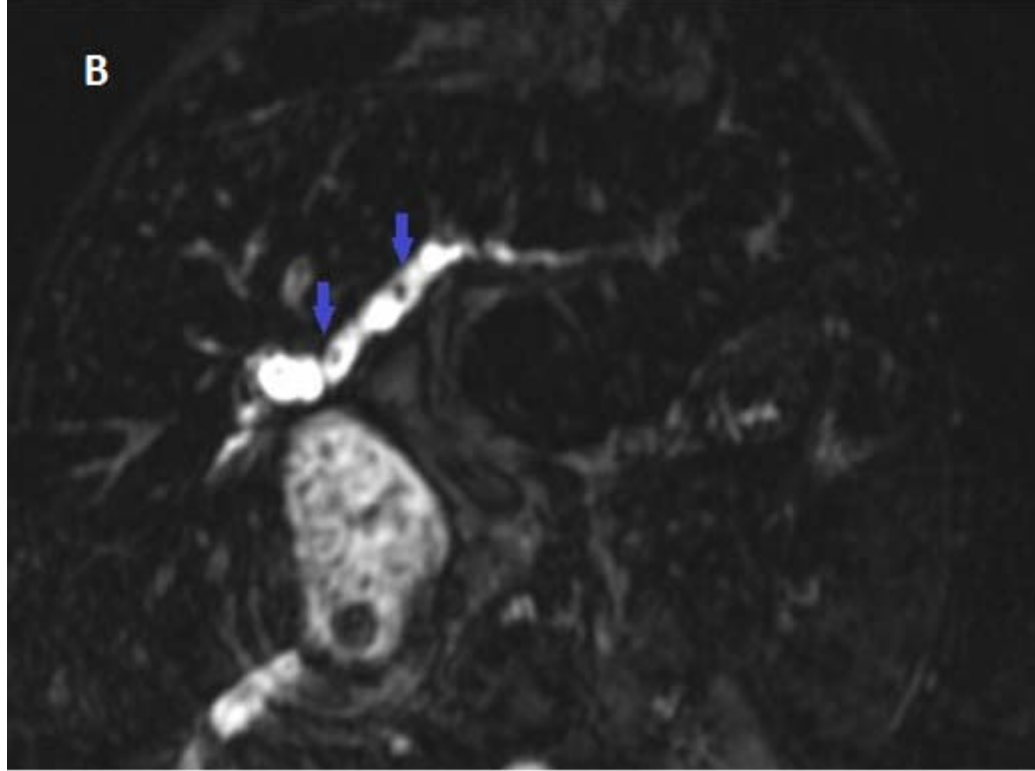
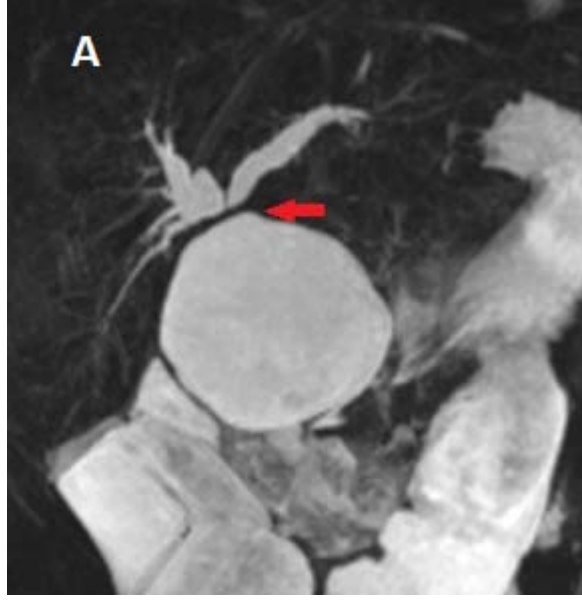
Şekil 5.1. A) tip IVa koledok kisti olgusunda koronal düzlem 3D görüntülerde anormal pankreatikobiliyer bileşke varlığı izleniyor (kırmızı ok pankreatik kanal, mavi ok koledok distalini göstermektedir); B) kalın slab ağır T2 ağırlıklı görüntüde ise anormal pankreatikobiliyer bileşke büyük kist boyutları nedeniyle gösterilemiyor.



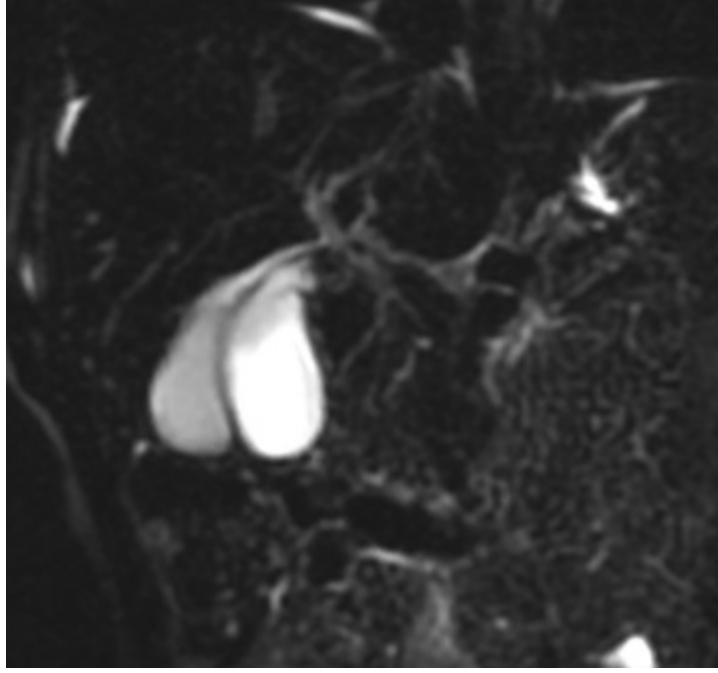
Şekil 5.2. Koronal 3D (A) ve ağır T2 ağırlıklı kalın slab (B) görüntülerde koledokta tip 1 koledok kisti ile uyumlu fuziform genişleme görülüyor.



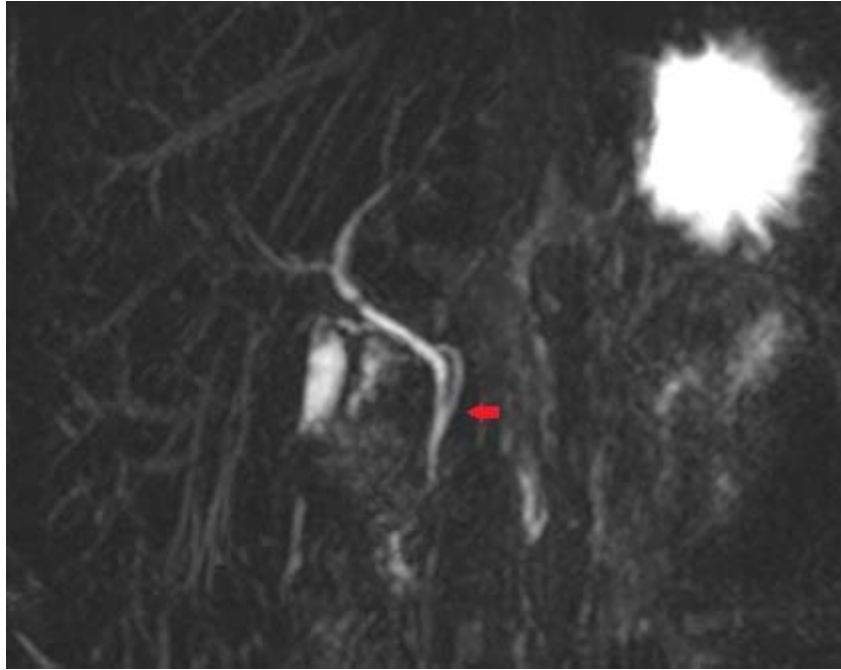
Şekil 5.3. Koronal 3D imajlar üzerinden yapılan MIP reformat görüntülerde, sağ posterior safra kanalının (kırmızı ok) sol ana hepatik kanala açıldığı görülüyor (tip 3a).



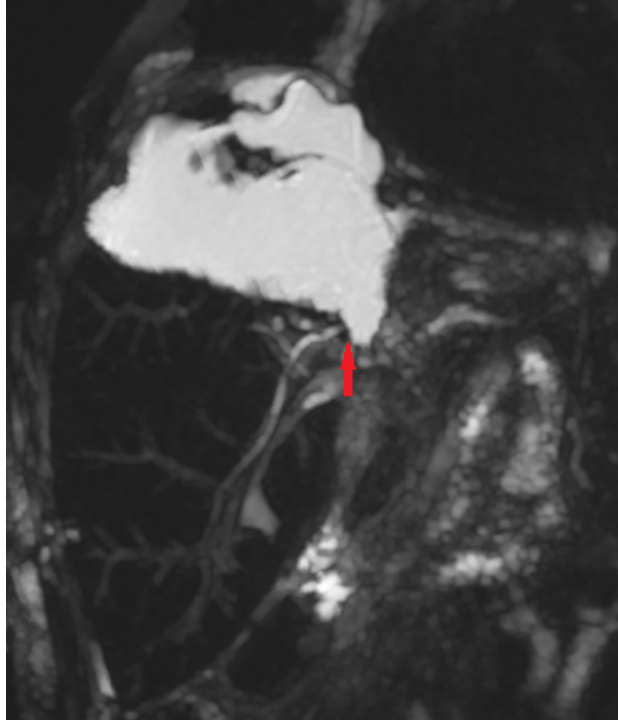
Şekil 5.4. A) Koledok kisti nedeniyle opere olan hastaya ait postoperatif dönem MRKP incelemesinde MIP reformat görüntülerde anastomoz düzeyinde kesinti olduğu (kırmızı ok) ve darlığa işaret edecek şekilde ana safra kanalları ve intrahepatik safra kanallarında genişleme görülüyor; B) genişlemiş sol ana hepatik kanalda hava veya taşa ait olabilecek dolum defektleri (mavi oklar) izleniyor.



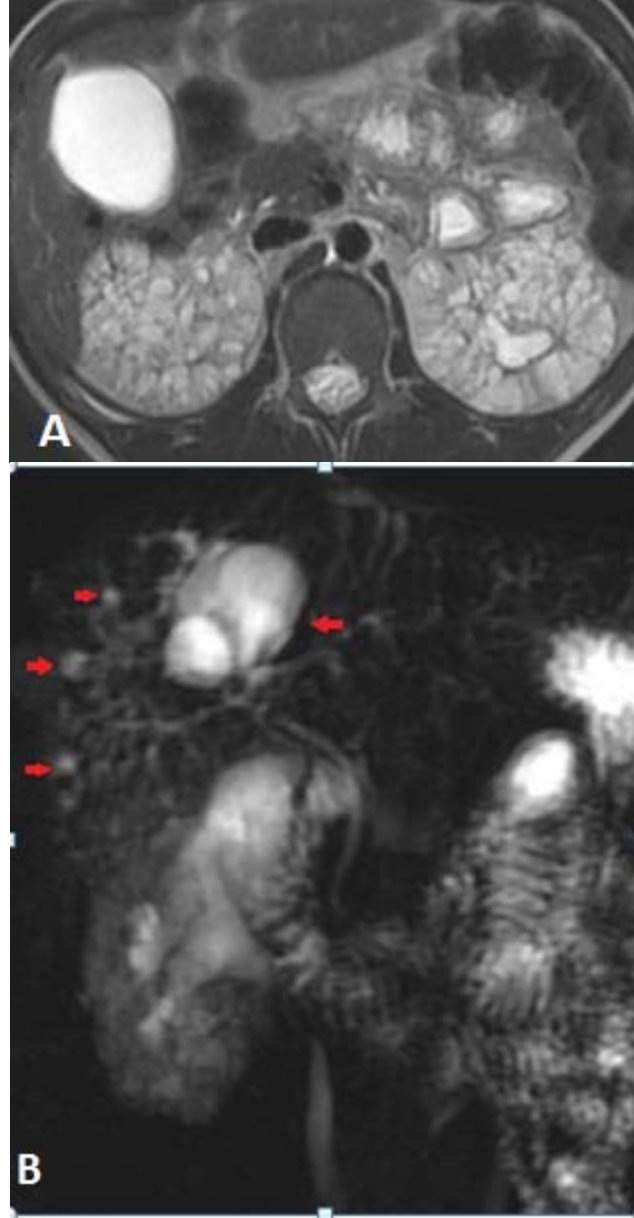
Şekil 5.5. Koronal 3D görüntüde çift safra kesesine ait görünüm dikkati çekiyor.



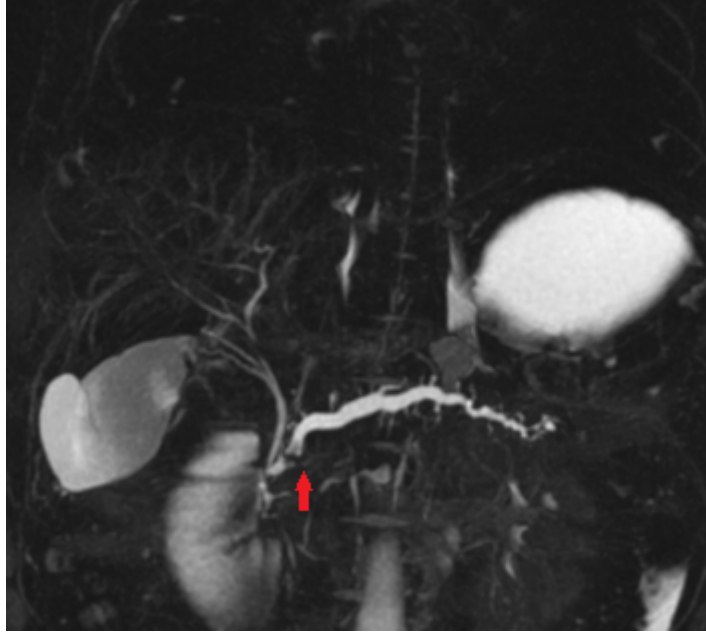
Şekil 5.6. Koronal 3D görüntüde sistik kanalın (kırmızı ok) koledok distal 1/3 düzeyine açıldığı görülüyor (sistik kanalın aşağı insersiyosu).



Şekil 5.7. Alveolar hidatik kist nedeniyle parsiyel hepatektomi yapılan hastaya ait MRKP incelemede, koronal 3D görüntülerden elde edilen MIP reformat görüntüde, subdiyafragmatik alanda izlenen kolleksiyon ile ilişkilenen safra kanalları (kırmızı ok) izleniyor ve kolleksiyon biloma olarak değerlendiriliyor.



Şekil 5.8. Otozomal resesif polikistik böbrek hastalığı olan olguda; A) T2A TSE görüntüde böbreklerde polikistik böbrek hastlığı ile ilişkili bulgular izleniyor. B) ağır T2 ağırlıklı kalın slab görüntüde safra kanalları ile ilişkili olarak değerlendirilen kistler (kırmızı oklar) izleniyor. Olgunun karaciğer biyopsi sonucu Von Meyenburg kompleksi ile uyumlu olarak değerlendirildi.



Şekil 5.9. Herediter pankreatit nedeniyle takip edilen olgunun 3D koronal imajlar üzerinden yapılan MIP reformat görüntüsünde ana pankreatik kanal ve yan dallarda pankreatit sekeli genişleme ve düzensizlik dikkati çekiyor. Ayrıca pankreatik kanal baş bölümünde dolum defekti izleniyor (kırmızı ok). MRKP incelemesinde tanımlanan dolum defekti taş ile uyumlu olarak yorumlanırken, ERKP ile hava olarak değerlendiriliyor.

6. TARTIŞMA

Çocuklarda pankreatikobiliyer patolojilerin değerlendirilmesinde US ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. İyonizan radyasyon kullanımı ve buna bağlı olarak, ikincil kanser gelişimi de dahil olmak üzere yan etki risklerinin yüksek olması nedeniyle, BT'nin çocuklarda kullanımı sınırlıdır ve sıklıkla travma ve malignitelerin evrelendirilmesinde tercih edilmektedir (58). Pankreatikobiliyer patolojilerin değerlendirilmesinde, US ve BT ile sonuca varılamadığında, ERKP ve PTK tanıya ulaşmak için kullanılan yöntemlerdir. Ancak ERKP-PTK invaziv yöntemler olup, yapılan işlem ve anesteziyle ilişkili riskleri bulunmaktadır (95).

Manyetik rezonans kolanjiopankreatografi (MRKP), pankreatikobiliyer sistem patolojilerinin noninvaziv değerlendirilmesinde kullanılan nispeten yeni bir MR tekniğidir. Ağır T2 ağırlıklı sekanslar kullanılarak, safra ve pankreatik kanallar gibi statik veya yavaş hareket eden sıvı dolu yapıların sinyali çok artarken, T2 relaksasyon süresi kısa olan arka plandaki dokuların sinyali baskılanır (1). İyonizan radyasyon içermemesi, kontrast madde kullanımına gerek olmaması, sedasyon gerektirmemesi ve multiplanar görüntü oluşturabilme yeteneği MRKP'nin avantajlarından. Ayrıca obstrüksiyon proksimalindeki safra yollarının da değerlendirilmesine olanak sağlaması ve konvansiyonel MR'ın incelemeye eklenmesiyle ekstraduktal yapıların da değerlendirilebilme kapasitesi ile ERKP'ye üstünlük sağlar (3, 4).

Çocuklarda, safra kanallarının küçük çapı ve hareket artefaktlarına bağlı olarak yüksek kalitede MRKP görüntüleme yapmak zordur. Özellikle infantlarda ve küçük çocuklarda yeterli amplitüde ve düzenli solunum ritmi sağlanamadığından respiratuvar triger ile bile görüntü kalitesi kötü olabilir (5).

Eski yöntemlerle, MRKP incelemesi, 30 sn'ye varan nefes tutma periyodu gerektirmekteydi ve bu durum yöntemin çocuklarda kullanımını sınırlamaktaydı. Ancak son dönemlerde SSFSE gibi hızlı sekansların kullanımı, MRKP tetkikinin pediatrik yaş grubunda kullanımını mümkün kılmıştır. Ayrıca bu teknikle, anestezi alan hastalarda da nefes tutma gereksiz görünümüne yapılabilmektedir (96, 97).

Şimdilerde MRKP incelemeleri, ince kesit SSFSE ve kalın kesit ağır T2 ağırlıklı sekansların birlikte kullanımı ile elde edilmektedir (97). 2D kalın slab görüntüleme, koronal ve koronal oblik planlarda elde edilen, genellikle 30-80 mm kesit kalınlığında tek T2 ağırlıklı imajdan oluşur. Bu teknik ile ERKP görüntülerine benzer görüntüler elde edilebilmekle birlikte bazı sınırlamaları vardır. Kesit kalınlığının fazla olması ve ortalama hacim etkisi ile ilişkili olarak, kanal içi küçük dolum defektleri gözden kaçabilir (3). Ayrıca sınırlı sayıdaki projeksiyon görünüşleri, komplike anatomik detayları gösteremeyebilir. Bu nedenle birçok merkezde, kalın slab görüntüler ve ince kesit 2D SSFSE ile elde edilen görüntüler birlikte değerlendirilir. 2D SSFSE sekanslar tipik olarak, 4-6 mm kesit kalınlığı ile birlikte ve 'half-Fourier method' kullanımı nedeniyle kısıtlı uzaysal rezolüsyon, sinyal-gürültü oranı ve kontrast-gürültü oranına sahiptir. 3D T2 ağırlıklı MRKP tekniğinin, 2D görüntülemeye göre bazı avantajları vardır; kesitler arası boşluk olmadan daha ince kesit kullanabilme kapasitesi, daha yüksek sinyal-gürültü oranına sahip olması, multiplanar rekonstrüksiyon, 'maximum intensite projeksiyon' (MIP) ve 'volume rendering' gibi yöntemlerle görüntülerin postprocessing manüplasyonunu mümkün kılmasıdır (98). 3D T2 ağırlıklı MRKP metodları kullanımının yaygınlaşmamasının sebepleri; görüntü elde etme zamanının uzun olması, anatomiyi tümüyle kapsamaması ve uzaysal rezolüsyonun 3 mm kesit kalınlığı ile sınırlı olmasıdır (42, 99). Bir dizi çalışmada (42, 99, 100), 3D T2 ağırlıklı TSE MRKP tekniğinin, konvansiyonel 2D tekniklerle benzer tanısal doğruluğu olduğu bildirilmiştir.

Biz de çalışmamızda, kalın slab ve 3D görüntüler arasında pankreatikobiliyer anatominin görülebilirliğine ilişkin yaptığımız karşılaştırmada, sağ ve sol lob proksimal safra kanalları, sistik kanal ve kuyruk bölümünde pankreatik kanal görülebilirliğinin 3D görüntülerde, kalın slab görüntülere göre üstün olduğunu ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptadık. Bizim bilgimize göre pediyatrik yaş grubunda yapılmış kalın slab-3D ince kesit sekansları karşılaştıran çalışma bulunmamaktadır. Niendorf ve arkadaşlarının (101) erişkin yaş grubunda yaptığı bir çalışmada, intrahepatik safra kanalları, sistik kanal ve ana safra kanalının değerlendirilmesinde, solunum tetiklemeli 3D görüntülerin, 2D kalın slab görüntülere üstün olduğu saptanmıştır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak pankreatik

kanalın görüntülenmesinde, 2D kalın slab görüntülerin, nefes tutmalı 3D MRKP görüntülere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Yine Zhang ve arkadaşlarının (98) erişkin yaş grubunda yaptıkları çalışmada, serbest solunumla ve nefes tutmalı yapılan 3D TSE görüntülerin, 2D TSE görüntülere göre daha yüksek sinyal intensitesi ve kontrasta sahip olduğu ve biliyer anatominin 3D görüntülerde daha iyi gösterilebildiği saptanmıştır. Biz çalışmamızda pankreatik kanalın baş ve kuyruk bölümünde görülebilirliğini ayrı ayrı skorladık. Kalın slab görüntülerin bilinen bir sınırlaması olan ortalama hacim etkisi nedeniyle, mide sıvısına ait yüksek sinyal intensitesinin kuyruk bölümünde pankreatik kanalın görülebilirliğini engellediğini gözlemledik. Buna rağmen 3D görüntülerde pankreatik kanal daha iyi olarak vizualize edilebilmekteydi ve kalın slab ile karşılaştırıldığında bu farklılık anlamlıydı.

Görsel görüntü kalite skorlamasında yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadık. Yine anestezili yapılan MRKP tetkikleri ile anestezi verilmeden yapılan MRKP incelemeleri arasında görüntü kalitesi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Ancak anestezili incelemenin en çok yapıldığı 2-5 yaş grubu hastaların %92.3'ünde görüntü kalitesi iyiyken, incelemelerin çoğunun anestezi verilmeden yapıldığı 6-14 yaş grubu hastalar, en fazla zayıf-orta görüntü kalite skorunun saptandığı yaş grubuydu. 15 yaş ve üstü hasta grubunun birçoğu da anestezi verilmeden tetkik edilmesine rağmen bu yaş grubundaki hastaların daha iyi koopere olabilmesi nedeniyle görüntü kalite skoru %85 hasta için iyiydi.

ERKP, MRKP ve endoskopik US'un koledokolitiazis tanısında kıyaslanabilir duyarlılığa sahip olduğu ve eğer MRKP normal ise ERKP'nin gerekli olmadığı bildirilmektedir. ERKP, MRKP'de patoloji saptanan hastaların bir kısmında teröpatik amaçlı kullanılabilir (102). Bizim çalışmamızda, ERKP yapılan hastalarının tümünün MRKP incelemesinde patoloji mevcuttu. Hastaların yalnızca birinde MRKP taş-hava kabarcığı arasındaki ayrımı yapamazken diğer olguların tümünde MRKP bulguları, ERKP sonuçları ile uyumluydu. Hasta grubumuzda ERKP sırasında yapılan teröpatik işlemler; pankreatik kanaldan taş çıkarılması ve stent yerleştirilmesi, pankreatik kanaldaki darlığa yönelik balon dilatasyon, pankreatik kanala stent yerleştirilmesi, koledoktan taş çıkarılması ve sfinkterotomi ile iki hastada sfinkterotomi işlemleri idi.

Bizim çalışmamızda ERKP-MRKP uyumu yüksek olmakla birlikte ERKP yapılan hasta sayısı yalnızca yediydi. Dolayısıyla ERKP-MRKP korelasyonuna yönelik daha fazla hasta serilerini kapsayan çalışmalarla uyumun ortaya konması gereksiz ERKP incelemelerinin önüne geçecek ve işlem ve anestezi ile ilişkili hasta risklerini engeleyecektir.

Çalışmamızda en sık klinik istem nedeni inflamatuvar barsak hastalığı olan çocuklarda primer sklerozan kolanjit için tarama amaçlı yapılan MRKP incelemeleriydi. Primer sklerozan kolanjit, safra kanallarının inflamasyonu ve obliteratif fibrozisi ile karakterize idiopatik bir durumdur ve siroz, portal hipertansiyon ve karaciğer yetmezliği ile sonuçlanabilir. Sıklıkla ülseratif kolit gibi inflamatuvar barsak hastalıkları ile birlikte görülür. Tanı, klinik ve biyokimyasal bulgular, tipik görüntüleme bulguları ve karaciğer histolojisine dayanarak konulur (83, 84). Kolanjiografi bulguları genellikle intrahepatik safra kanallarında multifokal darlık ve bunu izleyen normal çapta veya hafif genişlemiş safra kanalları ile karakterizedir. ERKP, primer sklerozan kolanjit tanısında standart referanstır. Periferik intrahepatik safra kanal patolojilerini daha yüksek duyarlılıkla göstermesi ve mekanik dilatasyon, stent yerleştirilmesi ve biyopsi gibi girişimlerin de beraberinde yapılabilmesi ERKP'nin avantajlarından. Bununla birlikte primer sklerozan kolanjitli hastalarda ERKP, safra stazına bağlı kolanjit ve sakkülasyonlara ve safra kanallarındaki artmış rijiditeye ikincil perforasyon açısından artmış risk ile ilişkilidir (103-105). Öte yandan MRKP, safra kanallarını iyonizan radyasyon ve kontrast madde kullanmadan noninvaziv olarak görüntüleyebilir. Bununla birlikte, ERKP'ye göre daha az uzaysal rezolüsyon sağlar ve bu yüzden periferik safra kanal patolojilerinin gösterilmesinde duyarlılığı düşüktür. Erken evrede darlık düzeyleri gösterilemeyebilir (106). Erişkinlerde primer sklerozan kolanjitin saptanmasında MRKP'nin %85-100 sensitivite ve spesifisitesi olduğu bildirilmiştir (107). Ferrara ve arkadaşları (86) primer sklerozan kolanjitli çocuklarda MRKP'nin %81 duyarlılık ve %100 özgüllüğe, Philpott ve arkadaşları (108) ise %89 duyarlılığa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise, inflamatuvar barsak hastalığı tanısı olan 25 hastada primer sklerozan kolanjit tarama amaçlı yapılan MRKP incelemelerinin yalnızca bir tanesinde patoloji tespit ettik, diğer MRKP incelemelerini ise normal olarak yorumladık. Bu gruptaki hastaların hiçbirine ERKP tetkiki yapılmadığından

korelasyon değerledirmesi yapamadık. MRKP incelemesi normal olan ve karaciğer biyopsisi uygulanan olguların birinde fokal destrüktif kolanjit bulguları saptanmış ve öncelikle primer biliyer siroz düşünölmüş; diğerinde ise hafif derecede kolestaz ve duktulit bulguları saptanmış olup ülseratif kolit tanısı nedeniyle klinik olarak primer sklerozan kolanjit tanısı almıştı.

Pediyatrik MRKP uygulamalarına ilişkin çalışmaların birçoğu koledok kisti tanısı olan hasta gruplarını kapsamaktadır (77, 109, 110). Koledok kistleri, biliyer sistemin nadir patolojilerinden olup biliyer ağacın konjenital sakköler veya fuziform dilatasyonlarıdır (61). Anormal pankreatikobiliyer bileşke veya Oddi sfinkter disfonksiyonunun etiyojide rol oynadığı düşünölmektedir (111, 112). İlk tercih edilen göröntöleme yöntemi US'dur (74). Safra kanal dilatasyonunun derecesi ve lokalizasyonu kolaylıkla US ile tanımlanabilir. Bununla birlikte kist tiplendirmesi, etkilenen safra kanalının uzunluğu, protein tıkaçları veya kalköl varlığı ve lokalizasyonu, anormal pankreatikobiliyer bileşke eşlikiliği preoperatif planlama için gereklidir ve bu amaçla MRKP %100'e varan doğrulukla kullanılabilir (57, 72, 75). Kanser gelişim riskini önlemek için, etkilenen pankreatik kanal ve ortak kanal da dahil olmak üzere kist tümüyle çıkarılmalıdır. Dolayısıyla anormal pankreatikobiliyer bileşkenin saptanması önemlidir ve bu amaçla sıklıkla ERKP önerilmektedir. Bununla birlikte ERKP invaziv bir yöntem olup sepsis, pankreatit, kanama gibi bilinen komplikasyonları vardır ve genel anestezi gerektirir. Son zamanlarda MRKP, ERKP' ye güvenilir bir alternatif yöntem olarak görölmektedir. SSFSE sekansın kullanımı, infantlarda ve nefes tutamayan çocuklarda da MRKP ile biliyer sistemin değerlendirilmesini mümkün kılmıştır (110, 113-115). Lam ve arkadaşları (109) MRKP'nin pankreatik kanal ve ortak kanalı göstermede daha az duyarlı olduğu ve ERKP'ye alternatif olarak kullanılamayacağı sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, onlar çalışmalarında respiratuvar triger ve single-shot teknikleri kullanmamışlardır. Kim ve arkadaşları (77) ise SSFSE sekansları kullanarak yaptıkları MRKP çalışmalarında koledok kisti olan 20 hastanın %60'ında (12) anormal pankreatikobiliyer bileşke eşlikiliğini gösterebilmişler ancak kalan sekiz hastada büyük kist boyutları nedeniyle bileşkeyi değerlendirememişlerdi. Irie ve arkadaşları (115) erişkin hastaların tümünde anormal pankreatikobiliyer bileşkeyi MRKP ile saptayabilirken, pediyatrik yaş grubundaki 10 hastanın dördünde

gösterilebilmişti. Kalan altı hastada MRKP anormal pankreatikobiliyer bileşke varlığı değerlendirilemezken bu hastaların 5'inde ERKP ile anormal bileşke varlığı gösterilebilmişti. Bizim çalışmamızda koledok kisti ön tanısı ile MRKP incelemesi yapılan beş hasta bulunmaktaydı. Bu hastaların 3'ü tip I, biri tip IVa ve biri tip V olarak yorumlandı ve intraoperatif bulguları ve patoloji sonuçları MRKP bulguları ile benzerdi. Hastaların birinde anormal pankreatikobiliyer bileşke varlığı saptandı. İki hastada ise büyük kist boyutları nedeniyle pankreatikobiliyer bileşke değerlendirilemedi. Kim ve arkadaşları (77) 0.1-9 yaş aralığında ortak kanal ve anormal pankreatikobiliyer bileşkeyi gösteremediklerini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda, bu gruptaki hastaların yaş aralığı 10 gün ile 2 yaş arasında değişmekteydi (11 yaşındaki Caroli ön tanısı ile değerlendirilen hasta hariç) ve literatürde tanımlanan diğer çalışmaların hasta grubuna göre daha küçük yaşları kapsamaktaydı. Dolayısıyla, koledok kisti olan hasta sayımız az olmakla birlikte anormal pankreatikobiliyer bileşke saptama oranımızın düşük olmasının büyük kist boyutları ve hasta grubunun küçük yaşta olması ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Anormal pankreatikobiliyer bileşkenin saptandığı tip IVa koledok kisti olgusunda aynı zamanda koledok distali, ortak kanal ve dilate pankreatik kanalda taş ile uyumlu dolum defektleri mevcuttu. Tanımlanan dolum defektleri kalın slab imajlarda çok silik olarak izlenirken, ince kesit görüntülerde gösterilebildi.

Caroli hastalığı intrahepatik safra kanallarının konjenital dilatasyonu olup tip V koledok kisti olarak da isimlendirilir. US ve BT ilk tercih edilen görüntüleme yöntemleri olmakla birlikte kistik dilatasyonların safra kanalları ile ilişkisinin gösterilmesinde yerterli olmayabilir. Bu durumda MRKP, Caroli hastalığının polikistik karaciğer hastalığından ayrımında esas olan kist ile biliyer ağacın ilişkisinin gösterilmesinde başarıyla kullanılabilir (116). Bizim çalışmamızda da, OR polikistik böbrek hastalığı olan olguda US ile karaciğerde kistler tespit edilmiş ancak safra kanalları ile ilişkisi değerlendirilememiştir. MRKP tetkikinde karaciğerde yer alan kistlerin safra kanalları ile ilişkilendiği görülerek olgu Caroli hastalığı olarak yorumlandı. Ancak karaciğer biyopsi sonucu Von Meyenburg kompleksi ile uyumlu olarak belirtilmişti.

Biliyer atrezi intra ve/veya ekstrahepatik safra kanallarının konjenital obstrüksiyonudur (59-61). Biliyer atrezinin neonatal kolestazın diğer nedenlerinden

ayırımı klinik olarak büyük önem taşır, çünkü bu olgular iyi cerrahi sonuç elde etmek için mümkün olduğunca hızlı cerrahiye yönlendirilmelidir (117, 118). Ultrasonografi, infantlarda kolestatik sarılığın değerlendirilmesinde ilk tercih edilen noninaziv yöntemdir ancak tüm nedenlerini belirleyemeyebilir (119). Hepatobiliyer sintigrafinin biliyer atrezi tanısında çok yüksek duyarlılığı vardır ancak özgüllüğü düşüktür ve dikkatli yorumlanması gerekir (120). Histolojik tanı, kolestatik sarılık nedenlerinin ayırımında güvenilir bir yöntem olsa da invazivdir ve yorumlamak zaman alır. Dahası, biliyer atrezi ve neonatal hepatit arasında bazı histolojik benzerlikler bulunur ve ayırım zor olabilir (121). ERKP ve PTK, invaziv yöntemler olup küçük çocuklarda her zaman başarılı olmayabilir. Son zamanlarda, MRKP infantlarda ve çocuklarda bu amaçla biliyer ağacın gösterilmesinde kullanılmaktadır (56). Daha önceki çalışmalarda (56, 114, 122), MRKP ile küçük infantlarda dilate olmayan ekstrahepatik safra kanallarını açıkça gösterebilecek kadar yeterli rezolüsyonda görüntüler elde edilebildiği gösterilmiştir. Guibaud ve arkadaşları (56), eğer MRKP ile tüm ekstrahepatik safra kanalları görülebilirse biliyer atrezinin dışlanabileceğini belirtmişlerdir. Jaw ve arkadaşları (122) ise, 16 sarılıklı infantta yaptıkları çalışmada, biliyer atrezinin infantil kolestatik sarılığın bir nedeni olarak dışlanmasında MRKP'nin %100 doğruluğa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Han ve arkadaşları (123), 47 kolestatik sarılıklı infantta yaptıkları çalışmalarında, ekstrahepatik safra kanallarının (safra kesesi, sistik kanal, ana hepatik kanal ve ana safra kanalı) görülebilirliğini değerlendirmişler ve biliyer atrezili grupta ekstrahepatik safra kanallarının (safra kesesi hariç) hiçbir infanta görülmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada MRKP'nin, biliyer atrezi tanısında %98 doğruluk, %100 duyarlılık ve %96 özgüllük gösterdiği raporlanmıştır. Yine bu çalışmada, biliyer atrezili hastalarda safra kesesi boyutunun, neonatal hepatitli hasta grubuna göre anlamlı olarak daha küçük olduğu belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda üç tane biliyer atrezili olgu mevcuttu. İki hastada kese ve koledok izlenmedi ve bir hastada US bulgularına ek olarak 3D görüntülerde kistik artık saptandı. Bu iki olgunun intraoperatif bulguları ve patolojisi biliyer atrezi ile uyumluydu. Diğer olguda ise ultrasonografi ile kese görülemedi, koledok distalde izlenmiş ancak gaz artefatları nedeniyle proksimal safra kanalları ile ilişkisi değerlendirilemediğinden MRKP inceleme yapılmıştı. MRKP'de kese, sistik kanal görülmezken, koledok tüm seyri

boyunca izlendi. Ancak daha sonra hasta klinik takipten çıktı ve MRKP bulguları konfirme edilemedi.

Pankreatik hastalıklar içinde erişkinlerde en sık görülen akut pankreatit çocuklarda oldukça nadirdir. Kronik pankreatit ise çocukluk döneminde nadir olmakla birlikte ciddi morbiditeye neden olabilir. Kronik pankreatit etiyolojisinde, kistik fibrozis, fibrozan pankreatit, herediter kronik pankreatit ve doğumsal metabolizma bozuklukları yer alır (124). Bununla birlikte, açıklanabilir bir neden olmadığında ve rekürren pankreatit olgularında, anormal pankreatikobiliyer bileşke ve pankreas divizum gibi etiyolojide rol oynayabilecek durumların tespitinde ERKP kullanılmaktadır. MRKP de pankreatik kanalın noninvaziv değerlendirilmesinde ERKP'ye alternatif olarak kullanılabilir (110). Pankreatik kanal görülebilirliği yaşa bağlı olarak değişir ve literatürde %45 ile %60 arasında değişen oranlar bildirilmiştir (109, 114). Bizim çalışmamızda pankreatik kanal baş bölümünde 3D görüntülerde tetkiklerin %75.4'ünde, kalın slab görüntülerde ise tetkiklerin %68.4'ünde izlenebilirken, kuyruk bölümünde ise 3D görüntülerde tetkiklerin %73.7'sinde, kalın slab görüntülerde ise %61.4'ünde görülebildi. Bir yaş ve altı olguların %60'ında (3/5) pankreatik kanal görüntülenemedi. Ancak yaş grupları arasında pankreatik kanal görülebilirliğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Çalışmamızda kullanılmamakla birlikte sekretin kullanımı ile pankreatik kanal görülebilirliği iyileştirilebilir ve MRKP'nin pankreatik kanal patolojilerinin değerlendirilmesinde duyarlılığını artırır (96). Sekretine normal yanıt, pankreatik kanal çapında 3 mm'ye kadar olan artıştır ve sekretin enjeksiyonundan sonra 3-5. dakikada pik yapar ve 10. dakika içerisinde bazal çapa progresif dönüş olur (49, 50). Pankreatik kanalın 10 dakika sonrasında devam eden persistan dilatasyonu anormal yanıt olarak kabul edilir (51). İdiopatik kronik pankreatit tanılı 15 çocuğun değerlendirildiği bir çalışmada (49), ana pankreatik kanal sekretin öncesi MRKP incelemelerinin %53'ünde izlenebilirken, sekretin sonrasında %93 olguda izlenebilmişti. Yine bu çalışmada %20 olguda (3/20) yan dallar MRKP ile (sekretin verilmeden) görüntülenebilmişti. Biz de çalışmamızda herediter pankreatit tanısı olan bir olguda yan dalları geniş ve düzensiz olarak görüntüleyebildik. Çalışmamızda pankreatit ön tanısı ile tetkik edilen 8 hastaya ait 13 MRKP incelemesinin birinde anormal pankreatikobiliyer bileşke tespit ettik. Bu gruptaki hastalarında hiçbirinde pankreas

divizum saptamadık. Çalışmaya dahil edilen tüm MRKP incelemelerinin yalnızca birinde (primer sklerozan kolanjit tarama amaçlı tetkik edilen) insidental olarak pankreas divizum saptadık. Manfredi ve arkadaşları (49), 15 pankreatitli çocuktan ikisinde (%13) yalnızca sekretin sonrası MRKP görüntülerinde pankreas divizum saptadıklarını raporlamışlardı.

MRKP koledokolitiazis tanısında ERKP ile karşılaştırılabilir bir duyarlılığa sahiptir ve BT ve US'ye üstündür (125). Literatürde koledokolitiazis tanısında MRKP' nin %81-100 duyarlılık ve %85-100 özgüllüğe sahip olduğu belirtilmiştir (55). İki milimetre kadar küçük taşlar vizualize edilebilir ve hareket ve 'susceptibility' artefaktları azalacağından SSFSE tekniği ile daha yüksek doğrulukla taşlar saptanabilir (1). Safra kanallarında dolum defektinin ayırıcı tanısında sıklıkla taşlar ve hava kabarcıkları yer alır. Ayrıca kan pıhtıları, yoğun safra içeriği, metalik stentler, akım void ve 'susceptibility' artefatklarını da dışlamak önemlidir (126). Bizim çalışmamızda bir olguda dolum defektini taş olarak değerlendirirken ERKP ile hava kabarcıkları ile uyumlu olduğu gösterildi ve MRKP taş-hava kabarcığı ayırımını sağlayamadı. Yine tip IVa koledok kisti olan bir olguda koledok distali, ortak kanal ve dilate pankreatik kanaldaki taş ile uyumlu dolum defektleri başarıyla gösterilebildi. Çalışmamızda yoğun safra içeriğine bağlı seviyelenmenin kese patolojilerini değerlendirmeyi güçleştirdiği gözlemledik. Bir olgumuzda hem 3D hem kalın slab görüntülerde safra kesesi yoğun içerik nedeniyle optimal değerlendirilemezken T1 ağırlıklı görüntülerde hiperintens safra içeriğinde taşa ait hipointens dolum defekti kolaylıkla tespit edilebildi. Dolayısıyla T1 ağırlıklı görüntülerin protokole eklenmesinin bu anlamda faydalı olduğu sonucuna varıldı.

Koledokojejunostomi, hepatikojejunostomi ve Billroth II gibi biliyer enterik anastomozları olan hastalarda ERKP genellikle uygun değildir. Bu hastalarda MRKP pankreatikobiliyer sistemin değerlendirilmesinde tercih edilen görüntüleme yöntemidir. MRKP'nin anastomoz darlıklarını saptamada %100 duyarlılığı olduğu ve anastomoz proksimalindeki biliyer trakt taşlarının saptanmasında %90 duyarlılığı olduğu bildirilmiştir (1, 87). Philpott ve arkadaşları (108), MRKP'nin darlıkların saptanması ve lokalizasyonun belirlenmesinde çok değerli olduğunu belirtmişlerdir. Biz de koledok kisti nedeniyle opere olan bir olguda anastomoz düzeyinde darlığı 3D görüntülerin değerlendirilmesiyle ortaya koyabildik. Yine alveolar hidatik kist

nedeniyle parsiyel hepatektomi yapılan hastada sağ ana safra kanalı anastomozu düzeyinde darlık olduğu ve genişlemiş safra kanalları ile ilişkilenen biloma ile uyumlu kolleksiyon varlığını gösterdik. Tanımlanan bulgular ERKP ile korele edildi.

Tanımlanan avantajları yanı sıra, MRKP'nin yorumlanmasında bazı sınırlamalar ve yanılgılar da mevcuttur. Daha önce de belirtildiği gibi ve bizim de bir olguda tecrübe ettiğimiz şekilde, safra kanalları ve pankreatik kanalda hava kabarcıkları taş ile karışacak şekilde dolum defektine neden olabilir ve ayırım her zaman mümkün değildir. Ayrıca kan pıhtıları, yoğun safra içeriği, metalik stentler, akım artefaktı ve 'susceptibility' artefatları da nonspesifik dolum defektlerine neden olabilir (126). Hepatik arteryel kompresyon ve mukozal katlantılar kanallarda dolum defekti veya darlığı taklit edebilir. Ekstresek vasküler kompresyonun en sık yeri ana hepatik kanal ve sol hepatik kanaldır ve arkalarından geçen sağ hepatik artere bağlı olarak oluşur (92). Bizim de bir olgumuzda ana hepatik kanalda arter basısına bağlı olarak değerlendirilen yalancı dolum defekti izlendi ancak 3D görüntülerde arter seyri gösterilebildi. Kalın slab MRKP' bir dezavantajı da, ortalama hacim etkisi nedeniyle uzaysal rezolüsyon azaldığından küçük dolum defektleri veya darlıkları gizleyebilmesidir. Yine MIP reformatta da, parsiyel volüm etkisi uzaysal rezolüsyonu azaltarak dolum defektlerinin gözden kaçmasına ve darlıkların olduğundan fazla veya daha az değerlendirilmesine neden olabilir. Bu nedenle her zaman ince kesit görüntüler ile birlikte değerlendirmek önemlidir (2, 88).

7. SONUÇ

Single-shot dizilerin kullanımı ile nefes tutamayan küçük çocuklarda veya anestezi altındaki hastalarda bile iyi kalitede görüntü elde edilebilmesi, MRKP'nin pediatrik popülasyonda kullanımını yaygınlaştırmıştır. İnfantlarda ve küçük çocuklarda daha önemli olmak üzere, 3D ince kesit dizilerin çekim protokolüne eklenmesi pankreatikobiliyer anatomisinin değerlendirilmesinde avantaj sağlamaktadır. Çalışmamızda da gösterildiği üzere, proksimal intrahepatik safra kanalları, sistik kanal ve kuyruk bölümünde pankreatik kanalın 3D görüntülerde görülebilirliği, kalın slab görüntülere göre daha üstündür. Özellikle kalın slab görüntüler, mide ve duodenum sıvısının neden olduğu ortalama hacim etkisi nedeniyle pankreatikobiliyer anatomisinin görüntülenmesinde yetersiz kalabilmektedir.

Özellikle 6 yaş ve altı hasta grubunda genel anestezi gerekliliği MRKP'nin pediatrik olgulardaki önemli bir kısıtlamasıdır. Genel anestezi verilen hastalarda single-shot yöntemle iyi kalitede görüntüleme yapılabilmekle birlikte, bu yaş grubunda anestezi verilmeden inceleme yapılması görüntü kalitesini belirgin olarak düşürmektedir.

Koledok kistleri sınıflaması ve kistin tüm uzanımının değerlendirilmesinde, biliyer atrezili olgularda ekstrahepatik safra kanalları varlığının dışlanması, biliyer-enterik anastomozlu hastalarda anastomoz darlıklarının gösterilmesinde, kistobiliyer ilişkinin ortaya konulmasında ve koledokolitiazis tanısında MRKP pediatrik yaş grubunda başarıyla kullanılabilir. Ancak büyük boyutlu koledok kisti varlığında ve küçük yaş grubu hastalarda kanal çaplarının küçük olması nedeniyle anormal pankreatikobiliyer bileşkeyi değerlendirmek MRKP ile her zaman mümkün olmamaktadır. Yine distal safra kanallarında minimal genişleme ve düzensizlik ile seyreden erken evre primer sklerozan kolanjit olgularında da MRKP distal safra kanallarının değerlendirilmesinde yetersiz kalabilmektedir.

Safra içeriğinin yoğun olması veya çamur varlığı safra kesesinin değerlendirilmesini güçleştirmekte ve küçük dolun defektlerinin gözden kaçmasına neden olmaktadır. Bu durumda T1 ağırlıklı görüntüler dolun defektlerinin değerlendirilmesinde fayda sağlayabilmektedir.

Literatürde genellikle erişkin yaş grubunda saptanan biliyer varyasyon sıklığı tanımlanmakla birlikte, pediatrik yaş grubunda da, özellikle cerrahi öncesi ve transplantasyon olgularında önem arz eden biliyer varyasyonlar MRKP ile noninvaziv olarak ortaya konabilir. Bizim çalışmamızda da literatürde erişkin yaş grubunda tanımlandığı gibi, sağ posterior sektör dalının sol ana hepatik kanala açıldığı tip 3a biliyer anatomi en sık görülen varyasyondur.

Sonuç olarak, teknolojik gelişmelerle pediatrik popülasyonda gideren artan sıklıkla tercih edilen MRKP, birçok pankreatikobiliyer sistem patolojisinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. İyonizan radyasyon içermemesi, kontrast madde kullanılmaması ve ERKP' nin işlem ve anestezi ile ilişkili bilinen risklerinden bağımsız olarak noninvaziv değerlendirme sağlaması MRKP'nin pediatrik yaş grubundaki en büyük avantajlarıdır.

ÖZET

PEDİATRİK MANYETİK REZONANS KOLANJİOPANKREATOGRAFİ UYGULAMALARI

Amaç: Bu çalışmanın amacı, çocukluk çağında pankreatikobiliyer sistem patolojilerini değerlendirmede MRKP'nin rolünü araştırmak, pankreatikobiliyer anatomiye değerlendirmede kalın slab ağır T2 ağırlıklı görüntüler ile ince kesitli 3D görüntülemenin etkinliğini karşılaştırmaktır.

Gereç ve yöntem: Biliyer sistem patolojisi şüphesi ile tetkik edilen pediatrik yaş grubundaki 62 hastaya (35 kız, 27 erkek) ait toplam 69 MRKP incelemesi retrospektif olarak değerlendirildi. MRKP bulguları mevcut US, BT, ERKP, cerrahi ve patoloji sonuçları ile korele edildi. Kalın slab ve 3D görüntüler arasında görüntü kalitesinin farklılığı değerlendirildi. Bu amaçla sağ ve sol proksimal safra kanalları, sağ ve sol ana hepatik kanallar, ana hepatik kanal, sistik kanal, safra kesesi, koledok, baş ve kuyruk düzeylerinde pankreatik kanal, minör pankreatik kanal görülebilirliği, dilatasyon varlığı ve safra kesesi, koledok ve pankreatik kanal içi patoloji açısından değerlendirildi ve skorlandı. Ayrıca biliyer varyasyon varlığı ve sıklığı incelendi.

Bulgular: Toplam 69 MRKP tetkikinin %52.2'sinde (n=36) patoloji saptanırken, %47.8'i (n=33) normaldi. Patolojiler arasında koledok kistleri, biliyer atrezi, pankreatit (kronik pankreatit, otoimmün pankreatit, herediter pankreatit), koledokolitiazis, biliyer sistem dilatasyonu, anastomoz darlığı, biloma ve çift safra kesesi yer almaktaydı. Kalın slab ve 3D görüntüler arasında pankreatikobiliyer anatomisinin görülebilirliği ile ilişkili yapılan karşılaştırmada; sağ ve sol lob proksimal safra kanalları, sistik kanal ve kuyruk bölümünde pankreatik kanal görülebilirliği 3D görüntülerde, kalın slab görüntülere göre üstündü ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı (p < 0.05). Altmış iki hastanın 18'inde (% 29)'unda biliyer varyasyon saptandı ve en sık saptanan varyasyon sağ posterior sektör dalının sol ana hepatik kanala açıldığı tip 3a idi.

Sonuç: MRKP pediatrik popülasyonda pankreatikobiliyer patolojilerin değerlendirilmesinde ERKP'ye alternatif noninvaziv bir yöntem olarak etkin bir şekilde kullanılabilir. 3D sekansı içeren çekim protokolü özellikle sistik kanal, pankreatik kanal kuyruk bölümü ve proksimal intrahepatik safra kanallarının değerlendirilmesinde fayda sağlar.

Anahtar Kelimeler: MRKP, pediatrik, ince kesit 3D, kalın slab

SUMMARY

PEDIATRIC MAGNETIC RESONANCE CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY IMAGING

Purpose: The aim of this study is to investigate the role of MRCP in the evaluation of pancreaticobiliary system disorders in children, and to compare the efficiency of thick-slab T2 weighted and 3D sequences in demonstration of pancreaticobiliary anatomy.

Materials and methods: Sixty-nine MRCP examinations of 62 patients with suspicion of biliary system pathology were evaluated retrospectively. The findings were correlated with the US, CT, ERCP, surgical and histopathological results when available. Image quality and effectiveness of thick slab and 3D images were compared. For this purpose, the visibility and the presence of dilatation of right and left proximal intrahepatic ducts, right and left main hepatic duct, common hepatic duct, cystic duct, gallbladder, common bile duct, main pancreatic duct in the head and tail, minor pancreatic duct, and the presence of pathological findings in gallbladder, common bile duct and pancreatic duct were evaluated and graded. Additionally, the presence of biliary system variations were analyzed.

Results: Of 69 MRCP examinations, 36 (%52,2) were found to have pancreaticobiliary diseases and 33 (%47,8) examinations showed no significant abnormality. Pancreaticobiliary system pathologies included choledochal cyst, biliary atresia, pancreatitis (chronic pancreatitis, autoimmune pancreatitis, hereditary pancreatitis), choledocholithiasis, biliary system dilatation, anastomotic stricture, biloma and double gallbladder. Results suggested that 3D images were superior to thick-slab images the visualization of right and left proximal intrahepatic ducts, cystic duct and main pancreatic duct in the tail of pancreas and this was statistically significant ($p < 0.05$). Of 62 patient, biliary system variation were present in 18 patient and the most common variation was type 3a in which right posterior segmental duct drains into the left hepatic duct.

Conclusions: MRCP is a noninvasive alternative to ERCP, and can be used effectively for the evaluation of pancreaticobiliary system abnormalities in pediatric population. MRCP protocols including 3D sequences are useful in evaluation of the cystic duct, main pancreatic duct in the tail and proximal intrahepatic ducts.

Key Words: MRCP, pediatric, thin slice 3D, thick slab

KAYNAKLAR

1. Vitellas KM, Keogan MT, Spritzer CE, Nelson RC. MR cholangiopancreatography of bile and pancreatic duct abnormalities with emphasis on the single-shot fast spin-echo technique. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2000; 20: 939-57.
2. Griffin N, Charles-Edwards G, Grant LA. Magnetic resonance cholangiopancreatography: the ABC of MRCP. *Insights into imaging.* 2012; 3: 11-21.
3. Motohara T, Semelka RC, Bader TR. MR cholangiopancreatography. *Radiologic clinics of North America.* 2003; 41: 89-96.
4. Gore R, Levine M, eds. *Textbook of Gastrointestinal Radiology.* III ed. Philadelphia 2007, in section IX.
5. Chavhan GB, Babyn PS, Manson D, Vidarsson L. Pediatric MR cholangiopancreatography: principles, technique, and clinical applications. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2008; 28: 1951-62.
6. Freidman A, Dachman A. *Radiology of the liver, biliary tract and pancreas.* Mosby, 1994: 335-403.
7. Putman CE. *Textbook of diagnostic imaging.* Philadelphia, WB Saunders, 1994: 908-959.
8. Warmick R, Williams PL. *Gray's anatomy.* Philadelphia, WB Saunders, 1976: 1256-1258.
9. Burrell MI, Zeman RK, Simeone JF, Dachman AH, McGahan JP, vanSonnenberg E, et al. The biliary tract: imaging for the 1990s. *AJR American journal of roentgenology.* 1991; 157: 223-33.
10. Rumack C. *Diagnostic ultrasound.* Mosby (2nd ed), 1998: 206-207.

11. Morteale KJ, Ros PR. Anatomic variants of the biliary tree: MR cholangiographic findings and clinical applications. *AJR American journal of roentgenology*. 2001; 177: 389-94.
12. Çimen A. *Anatomi*. Uludağ Üniversitesi (4. baskı), 1994: 413-416.
13. Kuroda A. Surgical anatomy of the pancreas. In: Howard J, Idezuki Y, Ihse I, eds. *Surgical diseases of the pancreas*. Baltimore, Md: Williams & Wilkins, 1998; 11-21.
14. Varley PF, Rohrmann CA, Jr., Silvis SE, Vennes JA. The normal endoscopic pancreatogram. *Radiology*. 1976; 118: 295-300.
15. Smanio T. Varying relations of the common bile duct with the posterior face of the pancreatic head in Negroes and white persons. *The Journal of the International College of Surgeons*. 1954; 22: 150-73.
16. Puente SG, Bannura GC. Radiological anatomy of the biliary tract: variations and congenital abnormalities. *World journal of surgery*. 1983; 7: 271-6.
17. Gazelle GS, Lee MJ, Mueller PR. Cholangiographic segmental anatomy of the liver. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 1994; 14: 1005-13.
18. Morteale KJ, Rocha TC, Streeter JL, Taylor AJ. Multimodality imaging of pancreatic and biliary congenital anomalies. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2006; 26: 715-31.
19. Sugiyama M, Haradome H, Takahara T, Abe N, Tokuhara M, Masaki T, et al. Anomalous pancreaticobiliary junction shown on multidetector CT. *AJR American journal of roentgenology*. 2003; 180: 173-5.
20. Schulte SJ. Embryology, normal variation, and congenital anomalies of the pancreas. In: Margulis' and Burhenne's alimentary tract radiology. 5th ed. St Louis, Mo: Mosby, 1994; 1039-1051.
21. Kozu T, Suda K, Toki F. Pancreatic development and anatomical variation. *Gastrointestinal endoscopy clinics of North America*. 1995; 5: 1-30.
22. Sadler TW. *Langman's medical embryology* (6th ed). 1990: 232-234.

23. Sherlock S. Karaciğer ve safra yolları hastalıkları. H.Ü. Yayınları, 1994: 790-820.
24. Adreoli TE, Bennett JC, Carpenter CJ, Plum F, Smith LH. Cecil essentials of medicine. Philadelphia, WB Saunders, 345-349.
25. Inoue T, Kitano M, Kudo M, Sakamoto H, Kawasaki T, Yasuda C, et al. Diagnosis of gallbladder diseases by contrast-enhanced phase-inversion harmonic ultrasonography. *Ultrasound in medicine & biology*. 2007; 33: 353-61.
26. Bortoff GA, Chen MY, Ott DJ, Wolfman NT, Routh WD. Gallbladder stones: imaging and intervention. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2000; 20: 751-66.
27. ACR Appropriateness Criteria: http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria.a_spx.
28. DeWitt J, Devereaux B, Chriswell M, McGreevy K, Howard T, Imperiale TF, et al. Comparison of endoscopic ultrasonography and multidetector computed tomography for detecting and staging pancreatic cancer. *Annals of internal medicine*. 2004; 141: 753-63.
29. Abou-Saif A, Al-Kawas FH. Complications of gallstone disease: Mirizzi syndrome, cholecystocholedochal fistula, and gallstone ileus. *The American journal of gastroenterology*. 2002; 97: 249-54.
30. Eloubeidi MA, Chen VK, Jhala NC, Eltoun IE, Jhala D, Chhieng DC, et al. Endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration biopsy of suspected cholangiocarcinoma. *Clinical gastroenterology and hepatology : the official clinical practice journal of the American Gastroenterological Association*. 2004; 2: 209-13.
31. Tuncel E. *Klinik Radyoloji*. Güneş&Nobel Kitabevi, 2008: 106-133.
32. Pooley RA. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: fundamental physics of MR imaging. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2005; 25: 1087-99.

33. Bitar R, Leung G, Perng R, Tadros S, Moody AR, Sarrazin J, et al. MR pulse sequences: what every radiologist wants to know but is afraid to ask. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2006; 26: 513-37.
34. Moratal D, Valles-Luch A, Marti-Bonmati L, Brummer M. k-Space tutorial: an MRI educational tool for a better understanding of k-space. *Biomedical imaging and intervention journal.* 2008 ;4: e15.
35. Wallner BK, Schumacher KA, Weidenmaier W, Friedrich JM. Dilated biliary tract: evaluation with MR cholangiography with a T2-weighted contrast-enhanced fast sequence. *Radiology.* 1991; 181: 805-8.
36. Morimoto K, Shimoi M, Shirakawa T, Aoki Y, Choi S, Miyata Y, et al. Biliary obstruction: evaluation with three-dimensional MR cholangiography. *Radiology.* 1992; 183: 578-80.
37. Outwater EK. MR cholangiography with a fast spin-echo sequence. *J Magn Reson Imaging* 1993; 3(P): 131.
38. Laubenberger J, Buchert M, Schneider B, Blum U, Hennig J, Langer M. Breath-hold projection magnetic resonance-cholangio-pancreaticography (MRCP): a new method for the examination of the bile and pancreatic ducts. *Magnetic resonance in medicine.* 1995; 33: 18-23.
39. Miyazaki T, Yamashita Y, Tsuchigame T, Yamamoto H, Urata J, Takahashi M. MR cholangiopancreatography using HASTE (half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo) sequences. *AJR American journal of roentgenology.* 1996; 166: 1297-303.
40. Sodickson A, Mortelet KJ, Barish MA, Zou KH, Thibodeau S, Tempany CM. Three-dimensional fast-recovery fast spin-echo MRCP: comparison with two-dimensional single-shot fast spin-echo techniques. *Radiology.* 2006; 238: 549-59.
41. Takehara Y, Ichijo K, Tooyama N, Kodaira N, Yamamoto H, Tatami M, et al. Breath-hold MR cholangiopancreatography with a long-echo-train fast spin-echo sequence and a surface coil in chronic pancreatitis. *Radiology.* 1994; 192: 73-8.

42. Barish MA, Yucel EK, Soto JA, Chuttani R, Ferrucci JT. MR cholangiopancreatography: efficacy of three-dimensional turbo spin-echo technique. *AJR American journal of roentgenology*. 1995; 165: 295-300.
43. Fayad LM, Holland GA, Bergin D, Iqbal N, Parker L, Curcillo PG, 2nd, et al. Functional magnetic resonance cholangiography (fMRC) of the gallbladder and biliary tree with contrast-enhanced magnetic resonance cholangiography. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*. 2003; 18: 449-60.
44. Baillie J, Kimberly J. Prospective comparison of secretin-stimulated MRCP with manometry in the diagnosis of sphincter of Oddi dysfunction types II and III. *Gut*. 2007; 56: 742-4.
45. Glockner JF. Hepatobiliary MRI: current concepts and controversies. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*. 2007; 25: 681-95.
46. Rummeny EJ, Reimer P, Heindel W. Tüm vücut MR görüntüleme. Habitat Yayıncılık, 2015: 248-250.
47. Siegelman ES. Tüm Vücut MRG. İstanbul Medikal Yayıncılık, 2008: 63-65.
48. Delaney L, Applegate KE, Karmazyn B, Akisik MF, Jennings SG. MR cholangiopancreatography in children: feasibility, safety, and initial experience. *Pediatric radiology*. 2008; 38: 64-75.
49. Manfredi R, Lucidi V, Gui B, Brizi MG, Vecchioli A, Maresca G, et al. Idiopathic chronic pancreatitis in children: MR cholangiopancreatography after secretin administration. *Radiology*. 2002; 224: 675-82.
50. Matos C, Metens T, Deviere J, Delhaye M, Le Moine O, Cremer M. Pancreas divisum: evaluation with secretin-enhanced magnetic resonance cholangiopancreatography. *Gastrointestinal endoscopy*. 2001; 53: 728-33.
51. Matos C, Metens T, Deviere J, Nicaise N, Braude P, Van Yperen G, et al. Pancreatic duct: morphologic and functional evaluation with dynamic MR pancreatography after secretin stimulation. *Radiology*. 1997; 203: 435-41.
52. Park MS, Yu JS, Lee JH, Kim KW. Value of manganese-enhanced T1- and T2-weighted MR cholangiography for differentiating cystic parenchymal lesions

from cystic abnormalities which communicate with bile ducts. *Yonsei medical journal*. 2007; 48: 1072-4.

53. Aduna M, Larena JA, Martin D, Martinez-Guerenu B, Aguirre I, Astigarraga E. Bile duct leaks after laparoscopic cholecystectomy: value of contrast-enhanced MRCP. *Abdominal imaging*. 2005; 30: 480-7.
54. Thurley PD, Dhingsa R. Laparoscopic cholecystectomy: postoperative imaging. *AJR American journal of roentgenology*. 2008; 191: 794-801.
55. Fulcher AS, Turner MA, Capps GW. MR cholangiography: technical advances and clinical applications. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 1999; 19: 25-41.
56. Guibaud L, Lachaud A, Touraine R, Guibal AL, Pelizzari M, Basset T, et al. MR cholangiography in neonates and infants: feasibility and preliminary applications. *AJR American journal of roentgenology*. 1998; 170: 27-31.
57. Suzuki M, Shimizu T, Kudo T, Suzuki R, Ohtsuka Y, Yamashiro Y, et al. Usefulness of nonbreath-hold 1-shot magnetic resonance cholangiopancreatography for the evaluation of choledochal cyst in children. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2006; 42: 539-44.
58. Nievelstein RA, Robben SG, Blickman JG. Hepatobiliary and pancreatic imaging in children-techniques and an overview of non-neoplastic disease entities. *Pediatric radiology*. 2011; 41: 55-75.
59. Bates MD, Bucuvalas JC, Alonso MH, Ryckman FC. Biliary atresia: pathogenesis and treatment. *Seminars in liver disease*. 1998; 18: 281-93.
60. Kelly DA, Davenport M. Current management of biliary atresia. *Archives of disease in childhood*. 2007; 92: 1132-5.
61. Lowe LH, Schlesinger AE Congenital abnormalities. In: Slovis T (ed) *Caffey's Pediatric diagnostic imaging*, 11th edn, Section VI: the abdomen, pelvis and retroperitoneum. Part IV: hepatobiliary system. Mosby Elsevier, Amsterdam 2008.
62. Kanegawa K, Akasaka Y, Kitamura E, Nishiyama S, Muraji T, Nishijima E, et al. Sonographic diagnosis of biliary atresia in pediatric patients using the

- "triangular cord" sign versus gallbladder length and contraction. *AJR American journal of roentgenology*. 2003; 181: 1387-90.
63. Humphrey TM, Stringer MD. Biliary atresia: US diagnosis. *Radiology*. 2007; 244: 845-51.
 64. Lee MS, Kim MJ, Lee MJ, Yoon CS, Han SJ, Oh JT, et al. Biliary atresia: color doppler US findings in neonates and infants. *Radiology*. 2009; 252: 282-9.
 65. Sevilla A, Howman-Giles R, Saleh H, Trpezanovski J, Concannon R, Williams K, et al. Hepatobiliary scintigraphy with SPECT in infancy. *Clinical nuclear medicine*. 2007; 32: 16-23.
 66. Yang JG, Ma DQ, Peng Y, Song L, Li CL. Comparison of different diagnostic methods for differentiating biliary atresia from idiopathic neonatal hepatitis. *Clinical imaging*. 2009; 33: 439-46.
 67. Norton KI, Glass RB, Kogan D, Lee JS, Emre S, Shneider BL. MR cholangiography in the evaluation of neonatal cholestasis: initial results. *Radiology*. 2002; 222: 687-91.
 68. Stringer MD, Dhawan A, Davenport M, Mieli-Vergani G, Mowat AP, Howard ER. Choledochal cysts: lessons from a 20 year experience. *Archives of disease in childhood*. 1995; 73: 528-31.
 69. Miyano T, Yamataka A. Choledochal cysts. *Current opinion in pediatrics*. 1997; 9: 283-8.
 70. Todani T, Watanabe Y, Narusue M, Tabuchi K, Okajima K. Congenital bile duct cysts: Classification, operative procedures, and review of thirty-seven cases including cancer arising from choledochal cyst. *American journal of surgery*. 1977; 134: 263-9.
 71. de Vries JS, de Vries S, Aronson DC, Bosman DK, Rauws EA, Bosma A, et al. Choledochal cysts: age of presentation, symptoms, and late complications related to Todani's classification. *Journal of pediatric surgery*. 2002; 37: 1568-73.

72. Fitoz S, Erden A, Boruban S. Magnetic resonance cholangiopancreatography of biliary system abnormalities in children. *Clinical imaging*. 2007; 31: 93-101.
73. Watanabe Y, Toki A, Todani T. Bile duct cancer developed after cyst excision for choledochal cyst. *Journal of hepato-biliary-pancreatic surgery*. 1999; 6: 207-12.
74. Lowe LH. Imaging hepatobiliary disease in children. *Seminars in roentgenology*. 2008; 43: 39-49.
75. Tipnis NA, Dua KS, Werlin SL. A retrospective assessment of magnetic resonance cholangiopancreatography in children. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2008; 46: 59-64.
76. Shimizu T, Suzuki R, Yamashiro Y, Segawa O, Yamataka A, Kuwatsuru R. Magnetic resonance cholangiopancreatography in assessing the cause of acute pancreatitis in children. *Pancreas*. 2001; 22: 196-9.
77. Kim MJ, Han SJ, Yoon CS, Kim JH, Oh JT, Chung KS, et al. Using MR cholangiopancreatography to reveal anomalous pancreaticobiliary ductal union in infants and children with choledochal cysts. *AJR American journal of roentgenology*. 2002; 179: 209-14.
78. Benifla M, Weizman Z. Acute pancreatitis in childhood: analysis of literature data. *Journal of clinical gastroenterology*. 2003; 37: 169-72.
79. Bret PM, Reinhold C, Taourel P, Guibaud L, Atri M, Barkun AN. Pancreas divisum: evaluation with MR cholangiopancreatography. *Radiology*. 1996; 199: 99-103.
80. Darge K, Anupindi S. Pancreatitis and the role of US, MRCP and ERCP. *Pediatric radiology*. 2009; 39 Suppl 2: S153-7.
81. Hirohashi S, Hirohashi R, Uchida H, Akira M, Itoh T, Haku E, et al. Pancreatitis: evaluation with MR cholangiopancreatography in children. *Radiology*. 1997; 203: 411-5.
82. Yasuda H, Takada T, Kawarada Y, Nimura Y, Hirata K, Kimura Y, et al. Unusual cases of acute cholecystitis and cholangitis: Tokyo Guidelines. *Journal of hepato-biliary-pancreatic surgery*. 2007; 14: 98-113.

83. Kaplan GG, Laupland KB, Butzner D, Urbanski SJ, Lee SS. The burden of large and small duct primary sclerosing cholangitis in adults and children: a population-based analysis. *The American journal of gastroenterology*. 2007; 102: 1042-9.
84. Danese S, Semeraro S, Papa A, Roberto I, Scaldaferri F, Fedeli G, et al. Extraintestinal manifestations in inflammatory bowel disease. *World journal of gastroenterology : WJG*. 2005; 11: 7227-36.
85. Chavhan GB, Roberts E, Moineddin R, Babyn PS, Manson DE. Primary sclerosing cholangitis in children: utility of magnetic resonance cholangiopancreatography. *Pediatric radiology*. 2008; 38: 868-73.
86. Ferrara C, Valeri G, Salvolini L, Giovagnoni A. Magnetic resonance cholangiopancreatography in primary sclerosing cholangitis in children. *Pediatric radiology*. 2002; 32: 413-7.
87. Pavone P, Laghi A, Catalano C, Broglia L, Panebianco V, Messina A, et al. MR cholangiography in the examination of patients with biliary-enteric anastomoses. *AJR American journal of roentgenology*. 1997; 169: 807-11.
88. Irie H, Honda H, Kuroiwa T, Yoshimitsu K, Aibe H, Shinozaki K, et al. Pitfalls in MR cholangiopancreatographic interpretation. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2001; 21: 23-37.
89. Hennig J, Nauerth A, Friedburg H. RARE imaging: a fast imaging method for clinical MR. *Magnetic resonance in medicine*. 1986; 3: 823-33.
90. Hintze RE, Adler A, Veltzke W, Abou-Rebyeh H, Hammerstingl R, Vogl T, et al. Clinical significance of magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) compared to endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP). *Endoscopy*. 1997; 29: 182-7.
91. Watanabe Y, Dohke M, Ishimori T, Amoh Y, Okumura A, Oda K, et al. Diagnostic pitfalls of MR cholangiopancreatography in the evaluation of the biliary tract and gallbladder. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 1999; 19: 415-29.

92. Kondo H, Kanematsu M, Shiratori Y, Moriwaki H, Hoshi H. Potential pitfall of MR cholangiopancreatography: right hepatic arterial impression of the common hepatic duct. *Journal of computer assisted tomography*. 1999; 23: 60-2.
93. Takahara T, Yoshikawa T, Saeki M, Nosaka S, Shimoyamada K, Nakajima Y, et al. [High concentration ferric ammonium citrate (FAC) solution as a negative bowel contrast agent]. *Nihon Igaku Hoshasen Gakkai zasshi Nippon acta radiologica*. 1995; 55: 425-6.
94. Choi JW, Kim TK, Kim KW, Kim AY, Kim PN, Ha HK, et al. Anatomic variation in intrahepatic bile ducts: an analysis of intraoperative cholangiograms in 300 consecutive donors for living donor liver transplantation. *Korean journal of radiology*. 2003; 4: 85-90.
95. Shirai Z, Toriya H, Maeshiro K, Ikeda S. The usefulness of endoscopic retrograde cholangiopancreatography in infants and small children. *The American journal of gastroenterology*. 1993; 88: 536-41.
96. Arcement CM, Meza MP, Arumanla S, Towbin RB. MRCP in the evaluation of pancreaticobiliary disease in children. *Pediatric radiology*. 2001; 31: 92-7.
97. Macaulay SE, Schulte SJ, Sekijima JH, Obregon RG, Simon HE, Rohrmann CA, Jr., et al. Evaluation of a non-breath-hold MR cholangiography technique. *Radiology*. 1995; 196: 227-32.
98. Zhang J, Israel GM, Hecht EM, Krinsky GA, Babb JS, Lee VS. Isotropic 3D T2-weighted MR cholangiopancreatography with parallel imaging: feasibility study. *AJR American journal of roentgenology*. 2006; 187: 1564-70.
99. Soto JA, Barish MA, Alvarez O, Medina S. Detection of choledocholithiasis with MR cholangiography: comparison of three-dimensional fast spin-echo and single- and multisection half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement sequences. *Radiology*. 2000; 215: 737-45.
100. Wielopolski PA, Gaa J, Wielopolski DR, Oudkerk M. Breath-hold MR cholangiopancreatography with three-dimensional, segmented, echo-planar imaging and volume rendering. *Radiology*. 1999; 210: 247-52.

101. Niendorf ESM, Rofsky NM, Pedrosa I. Optimization of MR cholangiopancreatography at 3T: Comparison of 2D thick slab acquisitions to 3D strategies. *Proc Intl Soc Mag Reson Med* 14 (2006).
102. National Institutes of Health. NIH state-of-the-science statement on endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) for diagnosis and therapy. *NIH Consens State Sci Statements* 2002 19: 1–26.
103. Johnson GK, Geenen JE, Venu RP, Hogan WJ. Endoscopic treatment of biliary duct strictures in sclerosing cholangitis: follow-up assessment of a new therapeutic approach. *Gastrointestinal endoscopy*. 1987; 33: 9-12.
104. Cotton PB, Nickl N. Endoscopic and radiologic approaches to therapy in primary sclerosing cholangitis. *Seminars in liver disease*. 1991; 11: 40-8.
105. Beuers U, Spengler U, Sackmann M, Paumgartner G, Sauerbruch T. Deterioration of cholestasis after endoscopic retrograde cholangiography in advanced primary sclerosing cholangitis. *Journal of hepatology*. 1992; 15: 140-3.
106. Vitellas KM, Keogan MT, Freed KS, Enns RA, Spritzer CE, Baillie JM, et al. Radiologic manifestations of sclerosing cholangitis with emphasis on MR cholangiopancreatography. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2000; 20: 959-75.
107. Fulcher AS, Turner MA, Franklin KJ, Shiffman ML, Sterling RK, Luketic VA, et al. Primary sclerosing cholangitis: evaluation with MR cholangiography-a case-control study. *Radiology*. 2000; 215: 71-80.
108. Philpott C, Rosenbaum J, Moon A, Bekhit E, Kumbha S. Paediatric MRCP: 10 year experience with 195 patients. *European journal of radiology*. 2013; 82: 699-706.
109. Lam WW, Lam TP, Saing H, Chan FL, Chan KL. MR cholangiography and CT cholangiography of pediatric patients with choledochal cysts. *AJR American journal of roentgenology*. 1999; 173: 401-5.
110. Yamataka A, Kuwatsuru R, Shima H, Kobayashi H, Lane G, Segawa O, et al. Initial experience with non-breath-hold magnetic resonance

- cholangiopancreatography: a new noninvasive technique for the diagnosis of choledochal cyst in children. *Journal of pediatric surgery*. 1997; 32: 1560-2.
111. Cheney M, Rustad DG, Lilly JR. Choledochal cyst. *World journal of surgery*. 1985; 9: 244-9.
 112. Craig AG, Chen LD, Saccone GT, Chen J, Padbury RT, Toouli J. Sphincter of Oddi dysfunction associated with choledochal cyst. *Journal of gastroenterology and hepatology*. 2001; 16: 230-4.
 113. Govil S, Justus A, Korah I, Perakath A, Zachariah N, Sen S. Choledochal cysts: evaluation with MR cholangiography. *Abdominal imaging*. 1998; 23: 616-9.
 114. Miyazaki T, Yamashita Y, Tang Y, Tsuchigame T, Takahashi M, Sera Y. Single-shot MR cholangiopancreatography of neonates, infants, and young children. *AJR American journal of roentgenology*. 1998; 170: 33-7.
 115. Irie H, Honda H, Jimi M, Yokohata K, Chijiwa K, Kuroiwa T, et al. Value of MR cholangiopancreatography in evaluating choledochal cysts. *AJR American journal of roentgenology*. 1998; 171: 1381-5.
 116. Hussain SZ, Bloom DA, Tolia V. Caroli's disease diagnosed in a child by MRCP. *Clinical imaging*. 2000; 24: 289-91.
 117. Balistreri WF, Grand R, Hoofnagle JH, Suchy FJ, Ryckman FC, Perlmutter DH, et al. Biliary atresia: current concepts and research directions. Summary of a symposium. *Hepatology*. 1996; 23: 1682-92.
 118. Ohi R, Hanamatsu M, Mochizuki I, Chiba T, Kasai M. Progress in the treatment of biliary atresia. *World journal of surgery*. 1985; 9: 285-93.
 119. Abramson SJ, Treves S, Teele RL. The infant with possible biliary atresia: evaluation by ultrasound and nuclear medicine. *Pediatric radiology*. 1982; 12: 1-5.
 120. Williamson SL, Seibert JJ, Butler HL, Golladay ES. Apparent gut excretion of Tc-99m-DISIDA in a case of extrahepatic biliary atresia. *Pediatric radiology*. 1986; 16: 245-7.

121. Lai MW, Chang MH, Hsu SC, Hsu HC, Su CT, Kao CL, et al. Differential diagnosis of extrahepatic biliary atresia from neonatal hepatitis: a prospective study. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 1994; 18: 121-7.
122. Jaw TS, Kuo YT, Liu GC, Chen SH, Wang CK. MR cholangiography in the evaluation of neonatal cholestasis. *Radiology*. 1999; 212: 249-56.
123. Han SJ, Kim MJ, Han A, Chung KS, Yoon CS, Kim D, et al. Magnetic resonance cholangiography for the diagnosis of biliary atresia. *Journal of pediatric surgery*. 2002; 37: 599-604.
124. Nydegger A, Couper RT, Oliver MR. Childhood pancreatitis. *Journal of gastroenterology and hepatology*. 2006; 21: 499-509.
125. Regan F, Fradin J, Khazan R, Bohlman M, Magnuson T. Choledocholithiasis: evaluation with MR cholangiography. *AJR American journal of roentgenology*. 1996; 167: 1441-5.
126. Holzkecht N, Gauger J, Sackmann M, Thoeni RF, Schurig J, Holl J, et al. Breath-hold MR cholangiography with snapshot techniques: prospective comparison with endoscopic retrograde cholangiography. *Radiology*. 1998; 206: 657-64.