

kisabaslikustxxx
kisabaslikaltxxx

Manyetik Rezonans Kolanjiyopankreatografi

Magnetic Resonance Cholangiopancreatography

✉ Fırat Atak¹, ✉ Ali Devrim Karaosmanoğlu²

¹Mamak Devlet Hastanesi, Radyoloji Birimi, Ankara, Türkiye

²Hacettepe Üniversitesi Hastanesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZ

Pankreatobiliyer sistemin değerlendirilmesinde invazif olmayan altın standart yöntem olarak kabul edilen manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi (MRKP) endoskopik retrograd kolanjiyopankreatografi ile karşılaştırılabilir düzeyde tanısallı doğruluk sunmaktadır. Bu derlemenin amacı, MRKP görüntülemesinde kullanılan güncel sekansları, 1.5T ve 3T manyetik alan gücüne sahip sistemlerin göreceli avantajlarını, sık karşılaşılan hepatobiliyer patolojilerin karakteristik bulgularını ile yöntemle özgü tuzaklar ve sınırlılıkları kapsamlı biçimde ele almaktır. Derleme kapsamında, nefes tutmalı hızlı üç boyutlu sekanslar (*compressed sensing*, derin öğrenme rekonstrüksiyonu vb.) gibi güncel tekniklerin yanı sıra hepatobiliyer kontrast maddeler kullanılarak elde edilen T1 ağırlıklı kontrastlı MRKP uygulamaları ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Ayrıca koledokolitiazis, benign-malign biliyer darlıklar ve kist hidatidğin intrabilyer rüptürü gibi durumlarda tanı ve ayırıcı tanıda anahtar rol oynayan radyolojik bulgular vurgulanmıştır. Sonuç olarak, optimize edilmiş görüntüleme protokolleri ve teknolojik yenilikler sayesinde MRKP, görüntü kalitesinden ödün vermeden daha kısa sürede gerçekleştirilebilmekte ve hepatobiliyer hastalıkların tanı ve yönetiminde kritik rolünü sürdürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Safra yolu hastalıkları, manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi, diffüzyon ağırlıklı görüntüleme, kontrast maddeler

ABSTRACT

Magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP), widely regarded as the non-invasive gold standard for evaluating the pancreaticobiliary system, provides diagnostic accuracy comparable to that of endoscopic retrograde cholangiopancreatography. The aim of this review is to comprehensively discuss most recent MRCP protocol, relative advantages of 1.5T and 3T, characteristic imaging findings of common hepatobiliary pathologies, and method-specific pitfalls and limitations. State-of-the-art techniques, including breath-hold fast three-dimensional MRCP, as well as T1-weighted contrast-enhanced MRCP using hepatobiliary contrast agents, are addressed in detail. Additionally, pivotal imaging findings for diagnosis and differential diagnosis of conditions such as choledocholithiasis, benign and malignant biliary strictures, and intrabiliary rupture of hydatid cysts are highlighted. In conclusion, optimized imaging protocols and technological advances enable MRCP to be performed in shorter acquisition times without compromising image quality, thereby sustaining its critical role in the diagnosis and management of hepatobiliary diseases.

Keywords: Biliary tract diseases, cholangiopancreatography, magnetic resonance, diffusion weighted imaging, contrast media

GİRİŞ

Manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi (MRKP), pankreatobiliyer sistemin değerlendirilmesinde kullanılan, invazif olmayan bir görüntüleme tekniğidir [1]. Temel prensibi ağır T2 ağırlıklı (T2A) sekanslarla safra ve pankreas kanallarındaki durağan veya yavaş akımlı sıvıların sinyalini artırırken solid

organ ve vasküler yapıların sinyalini baskılayarak arka planın silindiği ve duktal yapıların ön plana çıktığı yüksek kontrastlı görüntüler elde etmektir [1-3].

Son otuz yılda pankreatobiliyer görüntüleme, invazif tanısallı kateterizasyon yöntemlerinden invazif olmayan kesitsel yöntemlere evrilmiştir. Endoskopik retrograd



Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Fırat Atak MD, Mamak Devlet Hastanesi, Radyoloji Birimi, Ankara, Türkiye

E-posta: firatmd@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-1474-1582

Geliş Tarihi/Received: 05.02.2026 **Kabul Tarihi/Accepted:** 12.03.2026

Yayınlanma Tarihi/Publication Date: 27.04.2026

Cite this article as: Atak F, Karaosmanoğlu AF. Magnetic resonance cholangiopancreatography. *Trd Sem.* 2026;14(1):51-74



©Copyright 2026 Yazar(lar). Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.

Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Manyetik rezonans kolanjiyopankreatografinin (MRKP) temel görüntüleme sekanslarını tanımlayabilmek, 2B ve solunum tetiklemeli 3B MRKP tekniklerinin avantaj ve kısıtlılıklarını karşılaştırmalı olarak değerlendirebilmek, güncel nefes tutmalı hızlı 3B MRKP yöntemlerinin teknik prensiplerini kavramak ve MRKP uygulamalarında 1.5T ile 3T manyetik alan gücüne sahip sistemlerin tanısıl performans açısından üstünlükleri veya sınırlılıkları konusunda farkındalık kazanmak.
- Tam ve kısaltılmış karaciğer MR görüntüleme/MRKP (MRG/MRKP) protokollerinin klinik endikasyonlarını ayırt edebilmek ve hastaya özgü klinik senaryoya en uygun görüntüleme protokolünü rasyonel bir şekilde seçebilmek.
- Fonksiyonel (kontrastlı, T1 ağırlıklı) MRKP'nin temel prensiplerini açıklayabilmek, bu yaklaşımın kullanım alanlarını ve seçilmiş klinik durumlarda sağladığı ek tanısıl katkıları tanımlayabilmek.
- Koledokolitiazis, çeşitli benign ve malign biliyer darlık nedenleri ile safra yollarına rüptüre kist hidatik olgularının MRKP ve karaciğer MRG'deki karakteristik görüntüleme bulgularını tanıyabilmek ve ayırıcı tanıya katkı sağlayacak bulguları sistematik olarak değerlendirebilmek.

kolanjiyopankreatografi (ERKP) invazif bir yöntem olup pankreatit (%4,6), kolanjit (%2,5), kanama (%1,5), perforasyon (%0,5) gibi ciddi komplikasyonlar ve %0,2 oranında mortalite ile ilişkilidir [4]. Bu risk profili nedeniyle ERKP günümüzde tanısıl amaçtan ziyade terapötik bir araç haline gelmiştir.

Güncel kılavuzlar orta riskli koledokolitiazis şüphesinde, pankreatik kistlerin tanı ve takibi, primer sklerozan kolanjit (PSK) ve kronik pankreatit tanısı, idiyojenik akut pankreatit etiolojisinin araştırılması, biliyoenterik anastomozlu hastaların değerlendirilmesi, başarısız ERKP denemeleri veya ERKP kontrendikasyonlarında MRKP'yi güçlü bir seçenek olarak önerir [5-7]. Ayrıca laparoskopik kolesistektomi, hepatic rezeksiyon ve transplant cerrahisi öncesi donör karaciğerin biliyer anatomisinin MRKP ile değerlendirilmesi, komplikasyonları minimize etmek açısından kritiktir [8-10].

Manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi iyonize radyasyon içermemesi, kontrast madde veya anestezi gerektirmemesi ve düşük operatör bağımlılığı gibi avantajlarıyla öne çıkar [3, 5]. Maliyet-etkin bir yöntem olmasının yanı sıra birçok patolojide ERKP ile yarışır düzeyde tanısıl doğruluk sunar [11-13]. ERKP'den farklı olarak tıkanıklık proksimalindeki kanalları ve ekstraduktal patolojileri de görüntüleyebilir [3, 5]. Bununla birlikte düşük uzaysal çözünürlük nedeniyle periferik kanallarda duyarlılığı sınırlıdır ve hasta uyumu (hareketsizlik, nefes tutma vb.) gerektirir. Ayrıca tedavi imkanı sunmaması nedeniyle acil müdahale gereken durumlarda tedavi sürecinde gecikmeye neden olabilmesi dezavantajları arasındadır [3, 5].

Bu derlemede MRKP'nin teknik prensipleri, pankreatobiliyer patolojilere ilişkin görüntüleme bulguları ve pratikte karşılaşılan tanısıl tuzaklar sunulacaktır.

MRKP'DE 1.5T VE 3T: BEKLENTİLER VE GERÇEKLER

1.5T sistemler ekstrahepatik safra yollarının değerlendirilmesinde başarılı olsa da obstrüksiyon bulunmayan olgularda intrahepatik distal dallar ve pankreatik kanalın (PaK) görüntülenmesinde sınırlı uzaysal çözünürlük ve düşük sinyal-gürültü oranı (SGO) nedeniyle yetersiz kalabilmektedir [12, 14].

Her ne kadar 3T sistemlerde SGO'nun teorik olarak iki katına çıkması beklense de teknik artefaktlar nedeniyle pratikte %38-62 artış ancak sağlanabilmektedir [15]. Bununla birlikte bu sinyal rezervi, daha yüksek uzaysal çözünürlük veya kısaltılmış çekim süresi avantajına dönüştürülebilir. Nitekim güncel kanıtlar, 3T MRKP'nin ince intrahepatik kanallar, anatomik varyasyonlar ve pankreatik yan dalların görüntülenmesinde 1.5T'den üstün olduğunu ortaya koymaktadır [16, 17]. Bunun yanı sıra 3T'de negatif oral kontrast maddelerin etkinliğinin artması, biliyopankreatik yapıların arka plandan ayrımını iyileştirmektedir [18]. Ancak 3T sistemler, bu potansiyel avantajların yanı sıra görüntü kalitesini olumsuz etkileyebilecek kendine özgü teknik sınırlılıklar da barındırmaktadır (Tablo 1). Bu nedenle pek çok endikasyonda 3T'nin 1.5T'ye mutlak üstünlüğü kanıtlanamamış olup tercih büyük ölçüde merkez deneyimine ve donanım optimizasyonuna bağlı kalmaktadır [6, 19, 20].

MRKP TEKNİĞİ VE PROTOKOLLER

Hasta Hazırlığı

Hasta hazırlığının temel amacı safra kesesi distansiyonunu sağlamak, gastrointestinal sıvı süperpozisyonunu, sekresyonları ve peristaltizmi minimize etmektir. Bu doğrultuda hastaların işlemden en az 4 saat önce oral alımı kesmesi gerekir. Anti-peristaltik ajan kullanımı rutin olmamakla birlikte klinik tercihe bağlıdır. Biliyer sistemle üst üste binebilecek mide-duodenum sıvı sinyalini baskılamak için T2 relaksasyon süresini kısaltan negatif oral kontrast ajanlar kullanılabilir. *Ferumoxsil* gibi ticari demir preparatlarının yanı sıra yüksek manganiz içerikli ananas veya yaban mersini suyu da etkili, düşük maliyetli ve toleransı yüksek alternatiflerdir [6, 21]. Seyreltilmiş gadolinyum şelatları da benzer paramanyetik etkiyle sıvı sinyalini baskılayabilir [22, 23].

Hızlı 3B sekanslar tek nefes tutma süresinde elde edildiği için hasta uyumu kritiktir. Çekim öncesinde tekniker eşliğinde nefes eğitimi verilmeli ve hastanın maksimum nefes tutma süresi kaydedilmelidir. Yeterli süre nefes tutamayan olgularda solunum tetiklemeli tarama tercih edilmelidir. Bunun için

Tablo 1. MRKP'de 1.5T ve 3T sistemlerin karşılaştırması: teknik parametreler, klinik performans ve sınırlılıklar

Parametre	1.5T MRG	3T MRG
Sinyal ve görüntü kalitesi		
SGO	Referans değer	Teoride: 2 kat artış; pratikte: %38-62 artış [#]
Uzaysal çözünürlük	Ekstrahepatik kanallar için yeterli	Daha yüksek; ince duktal yapıların değerlendirilmesinde üstün
İntrahepatik safra kanalları	Periferik dallanmalarda sınırlı görüntüleme	Periferik dallanmaların belirgin üstün görüntülenmesi
Pankreatik kanal görüntüleme	Ana kanal yeterli; yan dallar sınırlı	Ana kanal ve yan dalların daha üstün görüntülenmesi
Teknik parametreler ve sınırlamalar		
SAR	Düşük; FSE sekanslarında sorun yaratmaz	Yüksek; çevirme açısı (<i>flip angle</i>) azaltımı; paralel görüntüleme teknikleri; çekim süresinin uzatılması; klasik FSE yerine SPACE/CUBE/VISTA kullanımı gerekebilir
Dielektrik etki	Minimal veya yok (RF dalga boyu ~52 cm)	RF dalga boyunun kısalmasıyla (~26 santimetre) görüntüleme alanı boyutlarına yaklaşması; geniş vücut yapısı ve elipsoid vücut kesitinde belirginleşme; abdominal büyük hacimli iletken sıvı varlığının (asit, gebelik vb.) RF sinyalinde lokalize azalmaya ve görüntü merkezinde sinyal kaybına yol açabilmesi; dielektrik ped kullanımı gerekliliği
Manyetik duyarlılık etkileri	Düşük	Yüksek; hava-doku sınırlarında görüntüde distorsiyon ve sinyal kaybı
Kimyasal kayma artefaktı	Düşük	Yüksek; RBW artırımı ile kompanse edilebilir (SGO kaybı pahasına)
T1 relaksasyon süresi	Standart	%20-40 uzama; benzer T1 kontrastı için daha uzun tekrarlamaya süresi gerekir
Klinik uygulama		
Ekstrahepatik safra yolları	Yüksek tanısal başarı	Yüksek tanısal başarı
Dilate olmayan safra yolları	SGO sınırlılığı nedeniyle tanısal yetersizlik riski	Üstün performans
Negatif oral kontrast etkinliği	Standart baskılama	Artmış sıvı sinyali baskılama ve üstün görsel kontrast
Asitli hastalar	Üstün görüntüleme kalitesi	Dielektrik etki şiddetlenir; görüntüleme öncesi asit drenajı gerekebilir
Pediyatrik hastalar*	Daha yüksek görüntü kalitesi	Teknik artefaktlar nedeniyle düşük görüntü kalitesi
<p>#: Sinyal rezervi daha yüksek uzaysal çözünürlük veya daha kısa görüntüleme süreleri için kullanılabilir. *: Mevcut kanıt (Glenn ve ark. [20]) pediyatrik MRKP için 1.5T'nin 3T'ye tercih edilebileceğini düşündürmektedir. Ancak bu tek merkezli retrospektif bir çalışmadır. 3T kullanılacaksa protokol optimizasyonu kritik önem taşımaktadır. Güncel kılavuzlarda spesifik alan gücü önerisi yoktur.</p> <p>CS, compressed sensing; FSE, turbo spin eko; MRKP, manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi; MRG, manyetik rezonans görüntüleme; RBW, alıcı bant genişliği (<i>receiver bandwidth</i>); RF, radyofrekans; SAR, spesifik absorpsiyon hızı; SGO, sinyal-gürültü oranı.</p>		

hastaların düzenli bir solunum sıklığı ve belirli bir solunum derinliği sürdürmelerini sağlamak amacıyla nefes eğitimi yapılması önem arz eder.

MRKP Görüntüleme Protokolü

Görüntüleme, hasta supin pozisyondayken çok kanallı faz dizilimli yüzey sargıları kullanılarak gerçekleştirilir. Standart MRKP görüntüleri genel bakış sağlayan 2B kalın dilim ve detaylı inceleme sunan yüksek çözünürlüklü 3B sekansların kombinasyonundan oluşur. 3B görüntüler navigatör tetiklemeli serbest nefes veya nefes tutmalı tekniklerle elde edilir. Zaman verimliliği ve görüntü kalitesi için öncelikle nefes tutmalı sekanslar tercih edilmelidir. Solunum kooperasyonu yetersiz hastalarda navigatör tetiklemeli serbest solunum sekanslarına başvurulur.

Biliyer obstrüksiyonda malignite prevalansının yüksekliği (%11-64) ve MRKP'de ekstrabilier patolojilerin yüksek sıklıkta saptanması (%58-86), kapsamlı MR görüntüleme (MRG) protokollerinin kullanımını destekler [24, 25]. Protokole eklenen diffüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG), malign striktürlerin saptanmasında duyarlılığı artırırken, takip incelemelerinde %2.6-4.2 oranında insidental malignite saptanabilmesi de tam protokol kullanımının önemini ortaya koymaktadır [26, 27]. Bu nedenle koledokolitiazis şüphesi veya düşük riskli kist takipleri (örneğin pankreatik kist sürveyansı) dışındaki olgularda kapsamlı inceleme önerilir.

Uzun çekim süresi (30-45 dakika) ve IV kontrast riskleri nedeniyle geliştirilen kısaltılmış MRKP (*abbreviated MRCP*; a-MRKP), çekim süresini 10 dakikanın altına indirir [28]. a-MRKP; akut obstrüksiyon triyajı, düşük riskli kistik lezyon/yandal intraduktal

papiller müsinöz neoplazm süreyansı ve solunum kooperasyonu kısıtlı hastalar için standart protokole göre benzer tanısal başarı sağlayan bir alternatiftir (Tablo 2) [29, 30].

Geleneksel T2 Ağırlıklı “Kolanjiyografi” Sekansları

Kolanjiyografi sekansları yağ baskılama ile birlikte gerçekleştirilir. Güncel MRKP teknikleri temelde iki sekans ailesinden oluşur: 2B ve 3B. Klinik pratikte sekanslardan en az birisinin tanısal olması hedefi ile her iki sekansın da protokole dahil edilmesi esastır [31].

Volümetrik 3B FSE (SPACE/CUBE/VISTA)

Yüksek uzaysal çözünürlük sunması nedeniyle dilate olmayan periferik safra kanalları ve sistik kanal gibi ince yapıların görüntülenmesinde ve cerrahi planlamada (örneğin donör karaciğer değerlendirilmesi, laparoskopik kolesistektomi öncesinde biliyer varyasyon değerlendirilmesi) en kritik sekansın bu olduğu kabul edilir. Çalışmalar 3B MRKP'nin tanısal performansının 2B MRKP'ye göre üstün olduğunu göstermiştir [32, 33]. Bu nedenle, 3B MRKP birincil yöntem olarak tercih edilmeli, 2B MRKP ise tamamlayıcı olarak kullanılmalıdır [34, 35]. Sekansın temel avantajları, ince kesit kalınlığı sayesinde parsiyel hacim etkisini belirgin şekilde azaltması ve izotropik voksel yapısı ile kesintisiz kaynak görüntüler üzerinden multiplanar reformat ve maksimum intensite projeksiyonu gibi ileri görüntü işleme imkanı sunmasıdır. Bu sekansların en büyük dezavantajı, uzun veri toplama süreleri nedeniyle solunum hareketlerine duyarlı olmalarıdır. Bu sorunu aşmak için solunum tetikleme kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemde [solunum tetiklemeli (*gating*) görüntüleme], üst abdomene yerleştirilen kemer aracılığıyla karın duvarı hareketleri izlenir ve oluşturulan respiratuvar sinyal ile senkronize biçimde görüntüleme gerçekleştirilir. Ancak karın duvarının hareketi diyafram dinamiğini her zaman doğru yansıtmadığından, solunum fazının hatalı temsil edilmesi ve buna bağlı tatmin edici olmayan görüntüler ile karşılaşılabilir. Günümüzde bu işlem solunum hareketini gerçek zamanlı izleyen bir navigatör eko ile gerçekleştirilir (*navigator-triggered prospective acquisition correction*; PACE). Navigatör, *localizer* görüntülerde sağ diyafram kubbesi ile akciğerin kesişimine yerleştirilir. Diyafram hareketi önceden tanımlanan kabul aralığına girdiğinde (genellikle ekspirasyon sonu) veri toplama tetiklenir. Böylece anatomik yapıların her seferinde aynı konumda olduğu anlarda görüntü alınarak tutarlılık sağlanır [36]. Standart protokole hastalardan çekim süresince (~3-5 dakika) düzenli ve yeterli derinlikte solunum yapmaları beklenir. Düzensiz ve yüzeysel solunumda tetikleme verimliliği düşer, bu durum görüntüleme süresinin uzamasına ve tanısal olmayan görüntülere yol açabilir.

Bu kısıtlılığı aşmak amacıyla k-uzayının seyrek örneklenmesine dayanan paralel görüntüleme, *compressed sensing*, gradient

ve spin eko kombinasyon sekansı ve derin öğrenme rekonstrüksiyonu gibi hızlandırma yaklaşımlarıyla tek nefes tutmada uygulanabilir sürelerde (~15 saniye) 3B-MRKP elde edilmesi mümkün hale gelmiştir [37-44]. Literatürde, bu tekniklerin standart solunum tetiklemeli sekanslarla karşılaştırıldığında eşdeğer görüntü kalitesi sunduğu gösterilmiştir [19, 37, 45-47]. Uygun donanım ve yazılım altyapısına sahip merkezlerde, hızlı sekansların rutin MRKP protokolünde birincil seçenek olarak konumlandırılması; solunum tetiklemeli yöntemlerin ise seçilmiş olgularda tamamlayıcı teknikler olarak kullanılması inceleme verimliliğini artıracaktır.

Kalın Dilimli (Thick-Slab) 2B FSE

Özellikle 3B sekansların optimal kalitede elde edilemediği durumlarda (kooperasyon güçlüğü vb.), alternatif olarak kalın kolimasyonlu (40-80 mm), yağ baskılı, koronal tek atımlık hızlı spin eko/yarım Fourier edinimli tek atımlık turbo spin eko (SS-FSE/HASTE) sekansları kullanılır. Sadece 1-2 saniyelik tek nefes tutma süresinde elde edilebilen bu projeksiyonel görüntüler, biliyer sisteme genel ve hızlı bir bakış sağlamayı amaçlar [23, 48]. Bu teknik anatomik süperpozisyonları ekarte etmek ve kanalları en açık haliyle görüntüleyebilmek amacıyla, genellikle merkez eksenini etrafında $\pm 10^\circ$ - 20° açılarla döndürülerek radyal tarama şeklinde gerçekleştirilir. Pratikliğine rağmen bu yöntem bazı önemli dezavantajlara sahiptir. Kalın kesit nedeniyle küçük intraduktal patolojiler safra sıvısının sinyaliyle maskelenebilir. Periferik safra kanallarının değerlendirilmesinde yetersiz kalır. Kanalların tam açılımını sağlayacak doğru açının verilmesi teknisyenin deneyimine bağlıdır [1, 49-51].

Kontrastlı T1 Ağırlıklı MRKP (Fonksiyonel MRKP)

Hepatobiliyer kontrast maddelerin biliyer atılımı sayesinde safra yollarının T1A serilerde hiperintens izlendiği fonksiyonel bir yöntemdir. Bu ajanlar çift fazlı bir farmakokinetik profil sergiler. Enjeksiyon sonrası ekstraselüler alana dağılarak standart şelatlar gibi dinamik görüntülemeye olanak tanır; ardından fonksiyonel hepatositler tarafından tutularak safra yoluyla atılırlar [52].

Klinikte kullanılan iki temel ajan biliyer atılım oranlarına göre farklılık gösterir. Gadoksetik asit veya gadoksetat disodyum (Gd-EOB-DTPA) dozunun ~%50'si safra yoluyla atılır ve hepatobiliyer fazı erken (15-20. dakika) başlar. Gadobenat Dimeglumin (Gd-BOPTA) ise düşük biliyer atılım oranına (%3-5) sahip olduğundan hepatobiliyer faz için 45 dakika -2 saat bekleme gerektirir. Yüksek atılım oranı ve hızlı görüntüleme imkanı nedeniyle günümüzde sıklıkla Gd-EOB-DTPA tercih edilir [2, 52-54].

Tablo 2. Kapsamlı ve kısaltılmış bir MRG/MRKP incelemesinde yaygın kullanılan görüntüleme sekansları ile biliyer görüntüleme avantajları ve sınırlılıkları

Protokol Tipi	Sekans	Açıklama	Avantajlar	Sınırlılıklar/tuzaklar
Kısaltılmış MRKP	2B kalın dilimli radyal MRKP	SSFSE/HASTE; 30-80 mm kesit kalınlığı; koronal oblik	Hızlı genel bakış sağlar; nefes tutma süresi kısadır (2-5 sn)	Çevre durağan sıvılar veya bağırsak ansları anatomiye maskeleyebilir, kalın kesitler nedeniyle parsiyel volüm etkisi küçük dolum defektlerini gizleyebilir
	3B izotropik MRKP	Serbest solunum, navigatör tetiklemeli (PACE) TSE/FSE ve varyantları (SPACE/CUBE/VISTA)	~1 mm kesit kalınlığı ile yüksek uzaysal çözünürlük sağlar; her yönde reformat (MPR/MIP) yapılabilir, küçük taşların (<5 mm) ve anatomik varyasyonların saptanmasında en duyarlı sekansdır	Çekim süresi uzundur (~10 dk), düzensiz solunumda belirgin hareket artefaktı ve bulanıklık izlenir
		Nefes tutmalı hızlandırılmış TSE/FSE ve varyantları (SPACE/CUBE/VISTA); CS, GRASE, DLR vb.	Çekim süresini belirgin şekilde düşürür (~16-22 sn), navigatör tetiklemeli çekimlere kıyasla benzer veya üstün görüntü kalitesi sunar, yaşlı ve solunum kooperasyonu zayıf hastalarda tanınabilir görüntü elde etme imkanı sunar	CS'de rekonstrüksiyon süreleri uzun, yüksek hızlanma faktörlerinde k-uzayının az örneklenmesine bağlı artefaktlar izlenir
	T2A anatomik görüntüleme	Aksiyel ve koronal SSFSE/HASTE (düzlemlerden biri b-SSFP ve/veya yağ baskılı olabilir)	Anatomik çerçeveyi oluşturur, ekstrabilier patolojilerin değerlendirilmesini sağlar	Görece kalın kesit kullanımı nedeniyle anatomik yapıların bazı bölümleri gözden kaçabilir
Kapsamlı MRKP*	DAG	Aksiyel; en az iki b değeri (0, 400, 800-1000 s/mm ²); yağ baskılama	Biliyer kitlelerin ve enfekte koleksiyonların saptanmasına yardımcıdır, lenf nodları ve peritoneal implantların saptanmasını kolaylaştırır	-
	T1A GRE dual-eko (faz içi ve faz dışı görüntüler)	Aksiyel; kimyasal kayma (Dixon) görüntüleme	T1 hiperintens taşların tespiti, faz içi görüntülerde artan sinyal kaybı ile manyetik duyarlılık yaratan yapıların (gaz, metalik klips vb.) tespiti, hepatik steatoz ve demir birikimi değerlendirmesi	-
	Dinamik kontrastlı T1A görüntüler	Aksiyel 3B yağ baskılı GRE (VIBE/LAVA/THRIVE); erken arteriyel, geç arteriyel, venöz ve denge fazları	Safra yolu duvar kontrastlanması, duvar kalınlaşması ve kitle lezyonlarının değerlendirmesi, tümör evrelemesi, vasküler invazyon değerlendirmesi ve solid-kistik lezyon ayrımı için kritiktir	-
	Hepatobiliyer kontrastlı ekskretuar faz görüntüleme	Aksiyel ve koronal; fonksiyonel MRKP (Gd-EOB-DTPA); 20-90. dk	Periferik safra kanallarının daha iyi görselleştirilmesi ile biliyer anatomisinin daha net tanımlanması; aktif safra kaçaklarının tespiti; biliyoenterik anastomozların fonksiyonel değerlendirilmesi; parankimal lezyonların saptanması ve ayırıcı tanısı; karaciğer donör adaylarında preoperatif biliyer haritalama	İnceleme süresini uzatır

Kısaltılmış protokolda yer alan kolanjiyografi ve T2 ağırlıklı sekanslar kapsamlı protokolda ayrıca tekrarlanmamıştır.

MRKP, manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi; PACE, Navigator-triggered prospective acquisition correction; MPR, multiplanar reformat; MIP, maksimum intensite projeksiyonu; CS, compressed sensing; GRASE, gradient and spin echo; DLR, deep learning rekonstrüksiyonu; FSE, turbo spin eko; GRE, gradient recalled echo; Gd-EOB-DTPA, gadoksetik asit; DAG, difüzyon ağırlıklı görüntüleme; MRG, manyetik rezonans görüntüleme.

Yaygın kullanım alanları transplant karaciğerin preoperatif anatomik değerlendirilmesi ile postoperatif dönemde gelişen biliyer komplikasyonların ve bilioenterik anastomoz patensisinin incelenmesi, safra kaçaklarının saptanması, koledok kistlerinin (özellikle Todani tip 4 ve 5) tanısı ve akut kolesistitin değerlendirilmesidir [2, 19, 31, 52, 54, 55]. Genişlemiş biliyer sistemde safra atılımının izlenmesiyle gerçek obstrüksiyonun yalancı obstrüksiyondan (örneğin kolesistektomi sonrası dilatasyon) ayırt edilmesine yardımcı eder. En kritik endikasyonu, aktif safra kaçaklarının tespitidir, bu amaçla duyarlılığı arttırmak için 20. dakika görüntülerine ek olarak 60-180. dakikalarda geç görüntüler gerekebilir (Resim 1). Kontrastlı MRKP (k-MRKP), yüksek SGO avantajıyla dilate olmayan kanalların (özellikle 2. düzey ve üzeri) ve varyasyonların gösterilmesinde konvansiyonel MRKP'den üstündür; bu nedenle canlı donör değerlendirmesinde tercih edilen modalitedir [34]. Akut kolesistitte safra kesesinin dolmaması, kolesintigrafi mantığına benzer şekilde sistik kanal obstrüksiyonunu düşündürür [56, 57]. T2A serilerde netleşmeyen kistik lezyonların biliyer sistemle ilişkisi, kistin kontrastla dolmasıyla doğrulanabilir [54].

Kontrastlı MRKP yorumunda bazı tuzaklar ve sınırlılıklar mevcuttur. Hepatobiliyer kontrast T2 sinyalinin baskılandığından T2A MRKP sekansları mutlaka kontrast enjeksiyonundan önce alınmalıdır [58, 59]. Kontrastın viskoz safra ile yetersiz karışımı, taş veya çamur ile karışabilecek yalancı dolun defektlerine yol açabilir. Obstrüktif sarılık veya ciddi hepatik disfonksiyonda hepatositlerin kontrast alımı ve atılımı bozulur. Bu hasta grubunda görüntüleme için çok uzun bekleme süreleri gerekebilir hatta ileri olgularda biliyer atılım hiç izlenemeyebilir [19]. Ayrıca bu ajanların düşük enjeksiyon hacmi ve erken dönemde geçici solunum hareketlerine yol açabilmesi, arteriyel faz kalitesini düşürebilir [19, 60].

YAYGIN KLİNİK ENDİKASYONLAR

Koledokolitiazis

Koledokolitiazis kökenine göre primer ve sekonder olmak üzere ikiye ayrılır. Primer form, koledok içerisindeki staz ve enfeksiyon zemininde *de novo* gelişirken sekonder form, safra kesesindeki taşların koledoka migrasyonu sonucu oluşur. Kolesistiazis hastalarının %8-15'inde koledokolitiazis bulunur [31]. Her koledok taşı tam tıkanıklığa yol açmaz, olguların ~%50'sinin obstrüktif olmadığı ve asemptomatik seyredebileceği akıld tutulmalıdır [61].

Koledokolitiazis şüphesinde ilk basamak tetkikler karaciğer fonksiyon testleri ile abdominal ultrasonografik görüntülemedir (USG). Ancak USG'nin koledok taşlarını saptamadaki duyarlılığı (%21-63) sınırlıdır [31]. USG, taşın doğrudan gösterilmesinden ziyade biliyer dilatasyonun

saptanmasında değerlidir. Bilgisayarlı tomografi (BT), USG'ye kıyasla daha yüksek duyarlılığa (%78-87) sahip olsa da safrayla izodens kolesterol taşları, kalsifik olmayan ve özellikle <5 mm taşların tespitinde yetersiz kalabilir [62, 63]. Dual-enerji BT izodens taşların saptanabilirliğini artırmıştır [64].

Koledokolitiazis tanısında en kritik invazif olmayan yöntem MRKP'dir. Taşlar, lümen içinde yuvarlak dolun defektleri veya "menisküs" şeklinde ani sonlanmalar olarak izlenir (Resim 2). Güncel çalışmalarda duyarlılık %85, özgüllük %90 olarak bildirilmiştir [65]. MRKP, 2 mm taşları dahi tespit edilebilir <5 mm taşlarda ve sfinkterik bölgede duyarlılığı azalır [3, 18, 66]. Yanlış negatiflikten kaçınmak için mutlaka kaynak görüntüler de değerlendirilmelidir. Koledok duvarına gömülü veya çevresinde safra bulunmayan taşların yanlış negatif sonuçlara yol açabileceği unutulmamalıdır [31].

Koledokolitiazis tanısında taş görünümünü taklit edebilen gaz/akım artefaktları, debri, sfinkter spazmı ve vasküler impresyonlar gibi tanısal tuzaklar ilerleyen bölümlerde ele alınmıştır (Bkz. Limitasyonlar ve Tuzaklar).

Hepatolitiazis

Intrahepatik kanallarda taş oluşumunu tanımlar. Bu taşların çoğu yüksek bilirubin içerikli pigment taşlarıdır ve T1A sekanslarda hiperintens sinyal özellikleri ile diğer dolun defektlerinden ayrılır. Kronik staz durumlarıyla ilişkilidir ve kolanjiyokarsinom (KK) gelişim riskini artırır [61, 67].

Biliyer Striktürler

Biliyer striktür, safra kanalının fokal bir segmentinde gelişen, proksimal dilatasyon ve obstrüktif sarılığa yol açan sabit daralmadır. Geniş bir benign ve malign hastalık yelpazesinden kaynaklanabilen striktürlerin etiyojik ayrımı, tedavi ve prognoz açısından kritiktir (Tablo 3). Radyolojik olarak malign darlıklar; düzensiz ve omuzlaşan kenarlara sahip ani lümen daralması, asimetrik duvar kalınlaşması (>3 mm), düzensiz dış konturlar ve uzun segment (>12 mm) tutulumu ile karakterizedir [61, 67-70]. Benign darlıklar ise pürüzsüz konturlu ve tedrici daralma eğilimindedir. MRKP obstrüksiyon seviyesini saptamada yüksek başarı göstermesine rağmen etiyojijiyi ayırt etmede tek başına sınırlı kalabilmektedir [69-71].

Benign Biliyer Striktürler

iyatrojenik Nedenler

Benign darlıkların %80-90'ından iyatrojenik nedenler sorumludur [61, 68]. Özellikle laparoskopik kolesistektomi sonrası (%1,2) sistik kanalın ortak hepatik kanala katılımı düzeyinde veya hepatik kanalların konfluensi düzeyinde darlıklar gelişebilir (Resim 1) [68]. Diğer yaygın nedenler

Tablo 3. Safra yolu darlıklarına neden olan hepatobiliyer ve pankreatik hastalıklar

Kategori	Hastalıklar/nedenler
Benign striktürler	İyatrojenik nedenler
	Pankreatit
	Koledokolitiazis
	PSK
	IgG4-ilişkili sklerozan kolanjit
	İskemik kolanjit
	RPK
	Mirizzi sendromu
	AIDS kolanjiyopatisi
	İlaç ilişkili sklerozan kolanjit
	OSD
Malign striktürler	Kolanjiyokarsinom
	Pankreatik adenokarsinom
	Ampuller ve periampuller karsinomlar
Diğer ve nadir nedenler	Safra yolu enflamatuvar psödötümörü
	Safra kesesi karsinomu
	Hepatoselüler karsinom
	Safra yollarına metastatik hastalık
	Periportal ve peripankreatik lenfadenopati

AIDS, edinilmiş immün yetmezlik sendromu; PSK, primer sklerozan kolanjit; RPK, rekürren piyojenik kolanjit; OSD, oddi sfinkteri disfonksiyonu; IgG4, immünooglobulin G alt tipi 4.

arasında karaciğer nakli, biliyoenterik anastomozlar, endoskopik sfinkterotomi, majör hepatektomiler, transarteriyel kemoembolizasyon (TAKE) ve radyasyon hasarı yer alır [31, 61, 68]. Radyolojik görünüm genellikle diğer benign darlıklardan ayırt edilemez ancak cerrahi klipslerin anormal konumları veya önceki görüntülemelerde saptanan varyant anatomi destekleyici olabilir. Özellikle biliyoenterik anastomozların değerlendirilmesinde konvansiyonel MRKP'nin fonksiyonel bilgi eksikliği tanısız güçlüğe yol açtığından, anastomoz darlığının teyidi için T1A MRKP kullanımı kritik önem taşır.

Karaciğer nakli sonrası alıcıların %5-32'sinde gelişebilen safra yolu darlıkları, en sık görülen geç dönem biliyer komplikasyon olup anastomotik ve anastomotik olmayan (iskemik biliyopati) olmak üzere iki ana kategoride değerlendirilir [68, 72]. Genellikle fibrozis, lokal iske mi veya safra kaçığına sekonder gelişen anastomotik darlıklar, anastomoz hattında kısa segment darlıklar şeklinde izlenir (Resim 1). Bu darlıklar hem koledokoledokal hem de biliyoenterik anastomozlarda görülebilmekle birlikte insidans biliyoenterik rekonstrüksiyonlarda daha yüksektir [73]. Anastomotik olmayan darlıklar ise anastomoz hattından bağımsız olarak iskemik veya immünolojik hasar sonucu gelişen patolojilerdir [68, 73]. Etiyopatogenezde makroanjyopatik (hepatik arter trombozu/stenozu) veya mikroanjyopatik süreçler (örneğin uzamış soğuk/sıcak iske mi)

ile kronik rejeksiyon, ABO uyumsuzluğu ya da nüks eden primer hastalıklar (PSK, otoimmün hepatit) gibi immünolojik faktörler rol oynar [68, 73]. Radyolojik olarak bu lezyonlar sıklıkla intrahepatik kanalları tutan, multifokal ve uzun segment darlıklar şeklinde prezente olur (Resim 3).

Pankreatit

Kronik pankreatit, benign biliyer darlıkların %10'unu oluşturur [74]. Hastalığın doğal seyri içerisinde hastaların %3-46'sında biliyer darlık gelişebilir [74]. Patofizyolojik mekanizma genellikle periduktal fibrozisin koledogun intrapancreatik segmentini daraltmasıdır. Buna karşın akut pankreatitte parankimal ödem veya psödokist basısına bağlı geçici darlıklar izlenir. MRKP'de tipik olarak distal koledokta düzgün sınırlı ve kademeli bir daralma izlenir. Tanısal değerlendirmede parankimal değişiklikler de yol göstericidir. Akut dönemde peripankreatik ödem ve yağlı doku enflamasyonu ön plandayken, kronik olgularda parankimal atrofi, fibrozis ve PaK dilatasyonu tabloya eşlik eder (Resim 4).

Mirizzi Sendromu

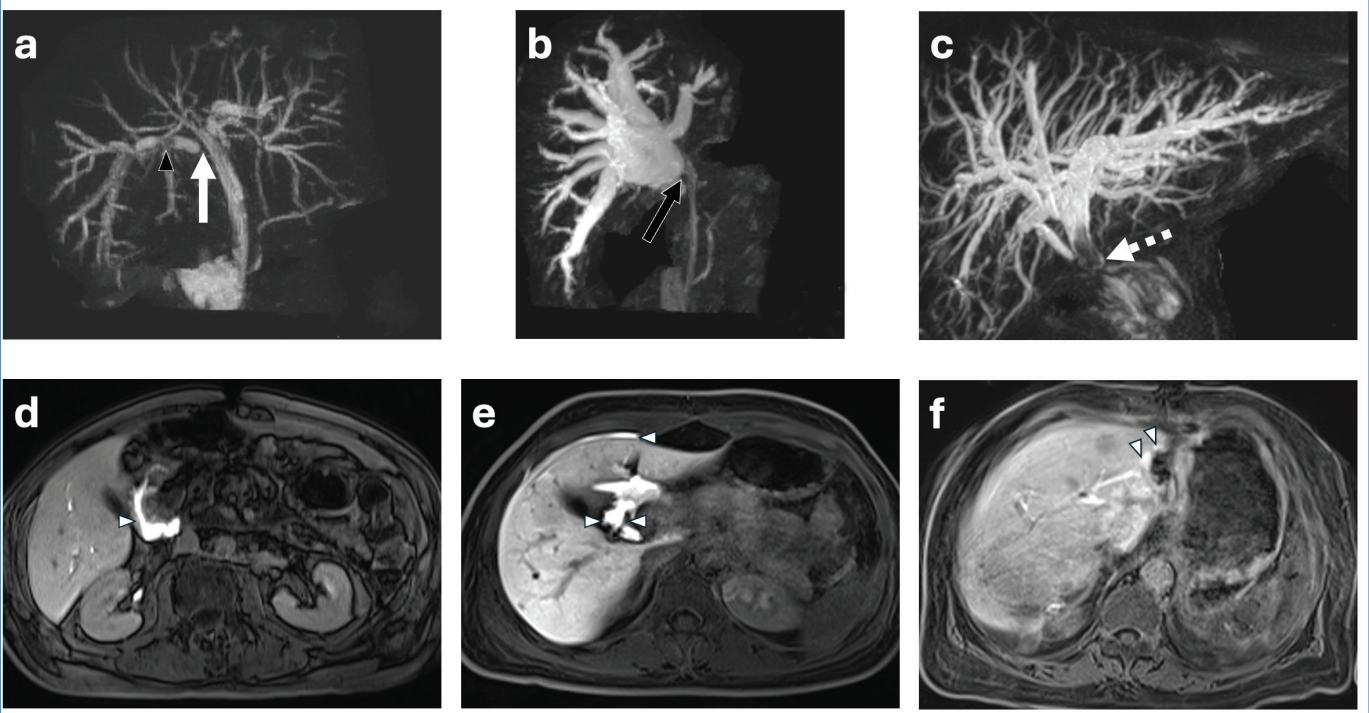
Sistik kanal veya safra kesesi boyun taşının ortak hepatik kanala dıştan basısıyla karakterize Mirizzi sendromu, koledokolitiazis ile benzer klinik tablo gösterir. Safra kesesi boynunda sinyalsiz taş ve proksimal biliyer dilatasyon bu tanıyı düşündürmelidir (Resim 5). Cerrahi stratejiyi değiştirdiğinden preoperatif tanı kritiktir [31, 75].

Primer Sklerozan Kolanjit

PSK, intrahepatik ve/veya ekstrahepatik safra kanallarında fibrozis ilişkili darlıklara yol açan kronik kolestatik bir sendromdur. Hastaların ~%75-80'inde enflamatuvar bağırsak hastalığı (özellikle ülseratif kolit) eşlik eder [2, 31, 68]. Hastalık KK (%10-20), hepatoselüler karsinom ve safra kesesi kanseri riskini artırır [76].

iki ana fenotip tanımlanmıştır: büyük kanal (klasik) PSK (%90) ve küçük kanal PSK (%5-10) [76]. Klasik tipte MRKP'de multipl striktürler izlenir, sekonder nedenlerin dışlanması ve kolestatik enzim yüksekliği ile tanı konur [77]. Buna karşın küçük kanal PSK'de patoloji kolanjiyografik çözünürlük sınırlarının ötesindeki küçük çaplı kanallarda olduğundan radyolojik bulgu genellikle saptanamaz ve tanı biyopsi ile konur. Sıklıkla çocukluk çağında görülen bu form, daha düşük malignite riski ve daha iyi prognozla seyredir [6, 77, 78].

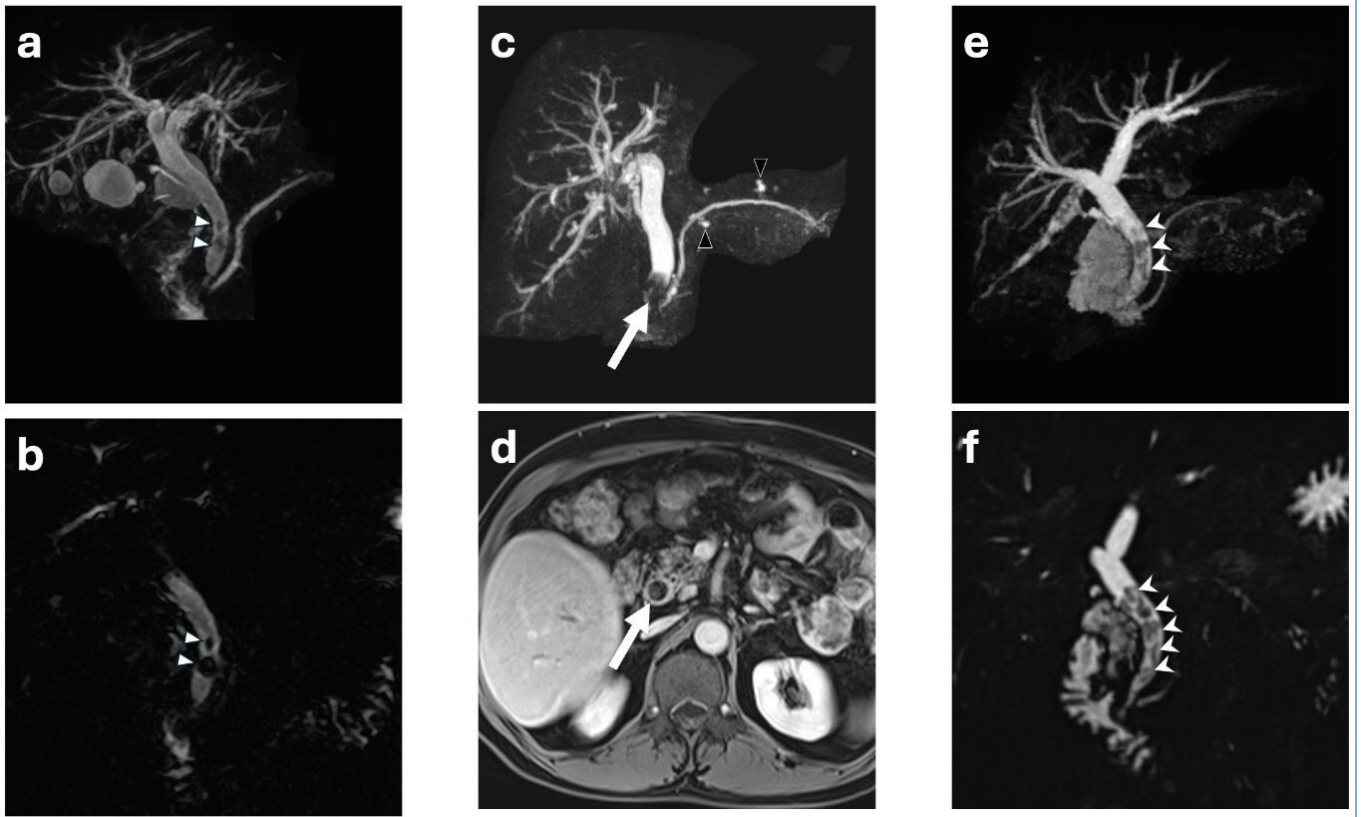
Primer SK şüphesi veya tanısı olan hastalarda birinci basamak görüntüleme yöntemi MRKP'dir. ERKP yalnızca terapötik girişimlerde endikedir [6, 76, 77]. **En karakteristik bulgu, intra-ve/veya ekstrahepatik kanallarda multifokal striktürlerdir. Multifokal, kısa segment darlıkların normal veya hafif dilate segmentlerle ardışık dizilimi "boncuk dizisi" görünümünü oluşturur ancak bu bulgu hastaların sadece %36'sında**



Resim 1. İyatrojenik biliyer striktürler ve safra kaçakları. **(a-c)** İyatrojenik biliyer striktürler ve **(d-f)** safra kaçakları. **(a)** Kolesistektomi sonrası sarılık gelişen kırk altı yaşındaki kadın hastada manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) aberan sağ posteriyor safra kanalında konfluens öncesi belirgin darlık (beyaz ok) izlenmektedir. Koledokta stentlere bağlı lineer dolun defektleri ve sağ posteriyor safra kanalı lümeninde debri (siyah ok başı) ile uyumlu dolun defekt dikkati çekmektedir. **(b)** Canlıdan karaciğer nakli sonrası sarılık ve karaciğer enzim yüksekliği olan 51 yaşındaki kadın hastada MRKP’de sağ anterior sistemde izole belirgin dilatasyon ve konfluens öncesi ciddi anastomoz darlığı (siyah ok) mevcuttur. **(c)** Distal koledok kolanjiyokarsinomu (KK) nedeniyle Whipple cerrahisi geçiren ve erken postoperatif dönemde biliyoenterik anastomoz kaçacağı ile izlenen 57 yaşındaki erkek hastada, 1. yıl takibinde karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle MRKP yapılmıştır. 3B maksimum intensite projeksiyonu -MRKP görüntüsünde hepatojejunostomi hattında taş (T1 hiperintens, gösterilmemiş) ile uyumlu dolun defekt (kesikli ok) ve diffüz biliyer dilatasyon izlenmektedir. Pigment taş oluşumu olasılıkla anastomoz düzeyindeki striktür ve buna bağlı safra stazı ile ilişkilidir. **(d)** KK nedeniyle Whipple cerrahisi sonrası persistan ateş ve ultrasonografide intraabdominal koleksiyon saptanan 57 yaşındaki erkek hastada hepatobiliyer kontrast madde ile yapılan manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) 20. dakika görüntülerinde biliyoenterik anastomoz düzeyinde kontrastın lümen dışına ekstravaze olduğu (beyaz ok başı) izlenmektedir. **(e)** Laparoskopik kolesistektomi sonrası dreninden safra gelişi olan 33 yaşındaki kadın hastada hepatobiliyer kontrast madde ile yapılan MRG’de 20. dakika görüntülerinde sistik kanal güdüğü düzeyinden kontrast ekstravazasyonu ve perihepatik alana sızıntı (beyaz ok başları) izlenmektedir. **(f)** Over kanseri nedeniyle karaciğer metastazlarına yönelik rezeksiyon sonrası değerlendirilen 64 yaşındaki kadın hastada hepatobiliyer kontrast madde ile yapılan MRG’nin 45. dakika görüntülerinde metastazektomi lojunda kontrastın sıvama tarzında dağılımı (beyaz ok başları) izlenmektedir.

izlenir [79]. İleri evrede periferik kanallarının obliterasyonu “budanmış ağaç” görünümüne yol açar. Ayrıca safra kanallarında divertikül benzeri “keseleşmeler” de görülebilir [76, 80]. İzole ekstrahepatik kanal tutulumu nadir olup (<%10) saptandığı durumlarda immünoglobulin G4 (IgG4)-ilişkili sklerozan kolanjit (IgG4-SK) veya KK öncelikle ekarte edilmelidir (Resim 6) [3, 6]. Ek olarak safra kanalı duvarlarında >2 mm konsantrik kontrastlanan kalınlaşmalar KK ile örtüşen bulgulara yol açabileceğinden ayırıcı tanı zorlaşabilir. Biliyer bulgulara ek olarak bazı parankimal değişiklikler tabloya eşlik edebilir. Tipik olarak santral (özellikle kaudat lob) rejeneratif hipertrofi, periferik atrofi ve T2A serilerde periferik, kama şekilli hiperintens alanlar izlenir [3, 76, 79, 80]. Özellikle sol lob atrofisi, PSK’yı genellikle sol lob hipertrofisi ile seyreden diğer siroz nedenlerinden ayrımda önemli bir belirteçtir [75].

Primer SK yönetiminde en kritik parametre, %10-20’lik ömür boyu KK gelişme riskidir [68, 76]. Hızlı ilerleyen dominant darlıklar veya eşlik eden kitle malign transformasyon açısından güçlü şüphe uyandırmalıdır [68]. Bu nedenle erken teşhis için 6-12 aylık periyotlarla serum karbonhidrat antijeni 19-9 (CA 19-9) ölçümü ve MRKP taraması kuvvetle önerilir [6, 76, 77]. Henüz küratif bir medikal tedavisi bulunmayan hastalıkta yönetim, semptom kontrolü ve komplikasyon takibine odaklanır. Ciddi darlıklarda endoskopik dilatasyon ve drenaj semptomatik rahatlama sağlar, ayrıca malignite değerlendirmesi için fırça sitolojisi ve biyopsi olanağı sunar. Son dönem karaciğer yetmezliğinde küratif seçenek karaciğer nakli olsa da %20-25 oranında nüks görülebileceği akılda tutulmalıdır [76].



Resim 2. Koledokolitiazis. (a, b) Sağ üst kadranda ağrı ve kolestatik enzim yüksekliği ile değerlendirilen 85 yaşındaki erkek hastada ultrasonografik görüntüleme (USG) biliyer dilatasyon saptanması üzerine manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu (MIP)-MRKP görüntüsünde distal koledokta iki adet hipointens odak (beyaz ok başları) izlenmektedir. (b) Kaynak görüntülerde dolun defektleri (ok başları) daha belirgin göstererek taş tanısını desteklemektedir. MIP reformatlarda parsiyel volüm etkisi nedeniyle bulguların daha silik olabileceğine dikkat ediniz. (c, d) Kadavradan karaciğer nakli öyküsü bulunan kadın hastada karaciğer enzimlerinde ani yükselme nedeniyle MRKP yapılmıştır. 3B MIP-MRKP ve aksiyel yağ baskılı T2A görüntülerde koledokun prepapiller kesiminde taş ait hipointens odak (oklar) izlenmektedir. Ana pankreatik kanalı ile ilişkili yandal intraduktal papiller müsinöz neoplazm lehine milimetrik kistik odakların (siyah ok başları) varlığına dikkat ediniz. (e, f) Sağ üst kadranda ağrı ve sarılık ile başvuran 41 yaşındaki kadın hastada USG'de biliyer dilatasyon saptanması üzerine MRKP yapılmıştır. (e) 3B MIP-MRKP görüntüsünde koledokta dolun defektleri (çentikli ok başları) izlenmektedir. (f) Kaynak görüntülerde dolun defektleri daha belirgin olup taşlara ait hipointens odaklar (çentikli ok başları) daha iyi seçilebilmektedir.

Sekonder Sklerozan Kolanjitler

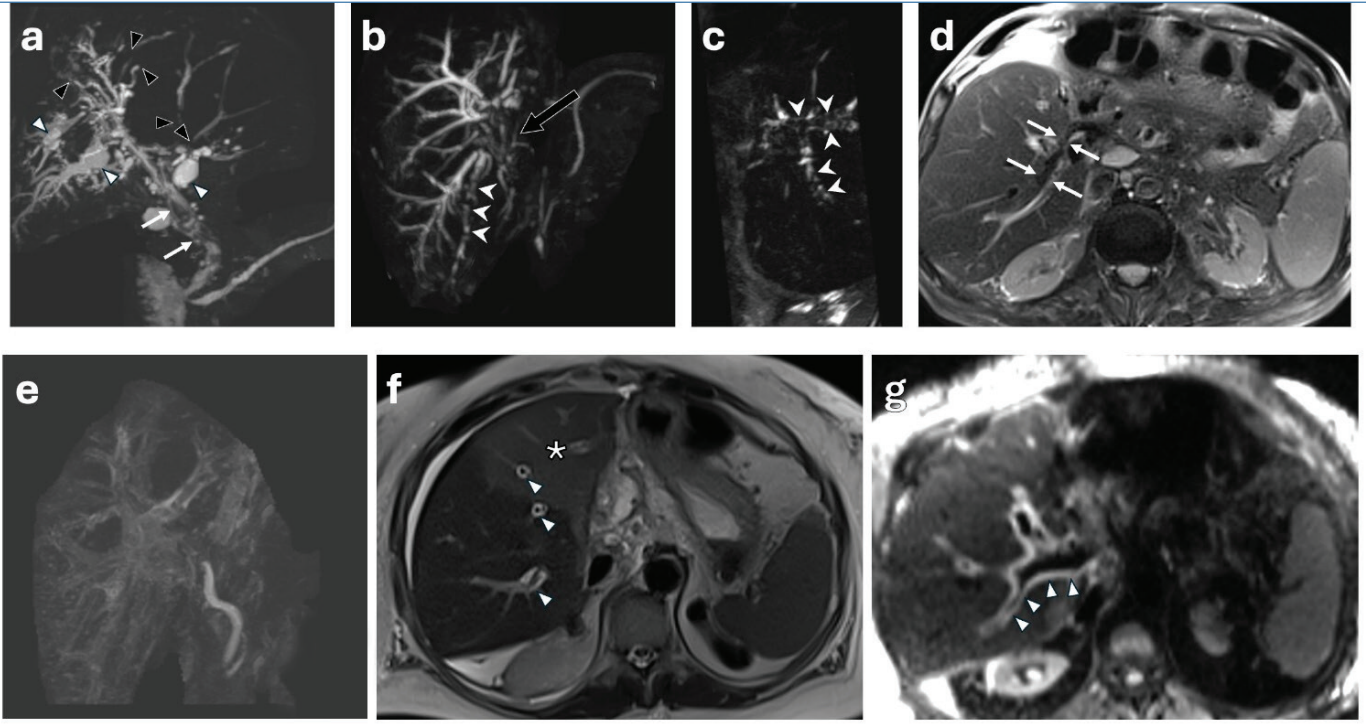
- IgG4 ilişkili SK

Sistemik fibroenflamatuvar bir süreç olan IgG4-ilişkili hastalığın biliyer komponenti olan IgG4-SK, olguların %80-90'ında otoimmün pankreatit ile birliktelik gösterir [67, 68, 81]. Pankreatik tutulumun yanı sıra renal, tiroidal veya tükürük bezi gibi diğer organ tutulumlarının saptanması tanıyı kuvvetle destekler [81]. Radyolojik olarak dört darlık paterni tanımlanmıştır: (1) izole distal koledok darlığı, (2) yaygın intra-ve ekstrahepatik darlıklar, (3) hiler ve distal koledok darlığı birlikteliği, (4) izole hiler darlık [68]. Diffüz tutulum PSK ile benzerlik gösterse de IgG4-SK darlıkları tipik olarak daha uzun segment tutma eğilimindedir. İzole ekstrahepatik tutulum IgG4-SK'de (%43), PSK'den belirgin yüksektir [81, 82]. Biliyer ağacın herhangi bir seviyesi tutulabilmeyle birlikte, koledokun intrapancreatik segmenti en sık tutulan bölgedir (Resim 7) [67].

MRG'de geç fazda homojen duvar kontrastlanması, kalınlaşmış segmentte lümenin vizüalize edilebilmesi, göreceli hafif proksimal dilatasyon ve parankimal değişikliklerin ancak ileri evrelerde tabloya eklenmesi, PSK veya KK'den ayrımı sağlayan temel bulgulardır [81]. Klinik olarak steroidle dramatik yanıt, serum IgG4 (>135 mg/dL) ve IgG4/total IgG oranının (>0.10) yüksekliği tanıyı destekler (Resim 8) [83]. Hiler kanalların kitle benzeri kalınlaşmasıyla karakterize enflamatuvar psödötümörlerin KK ile karışabileceği unutulmamalıdır [81].

- İskemik Kolanjiyopati

Safra kanallarının hepatik arter kaynaklı mikrovasküler ağa bağımlı beslenmesi nedeniyle bu destek sistemindeki bozulmalar (makro-/mikroanjyopatik) biliyer hasara yol açar. En sık neden karaciğer nakli sonrası hepatik arter trombozu/stenozu iken intraarteriyel kemoembolizasyon, orak hücreli anemi, vaskülitler, hemodinamik instabilite (yanık, sepsis

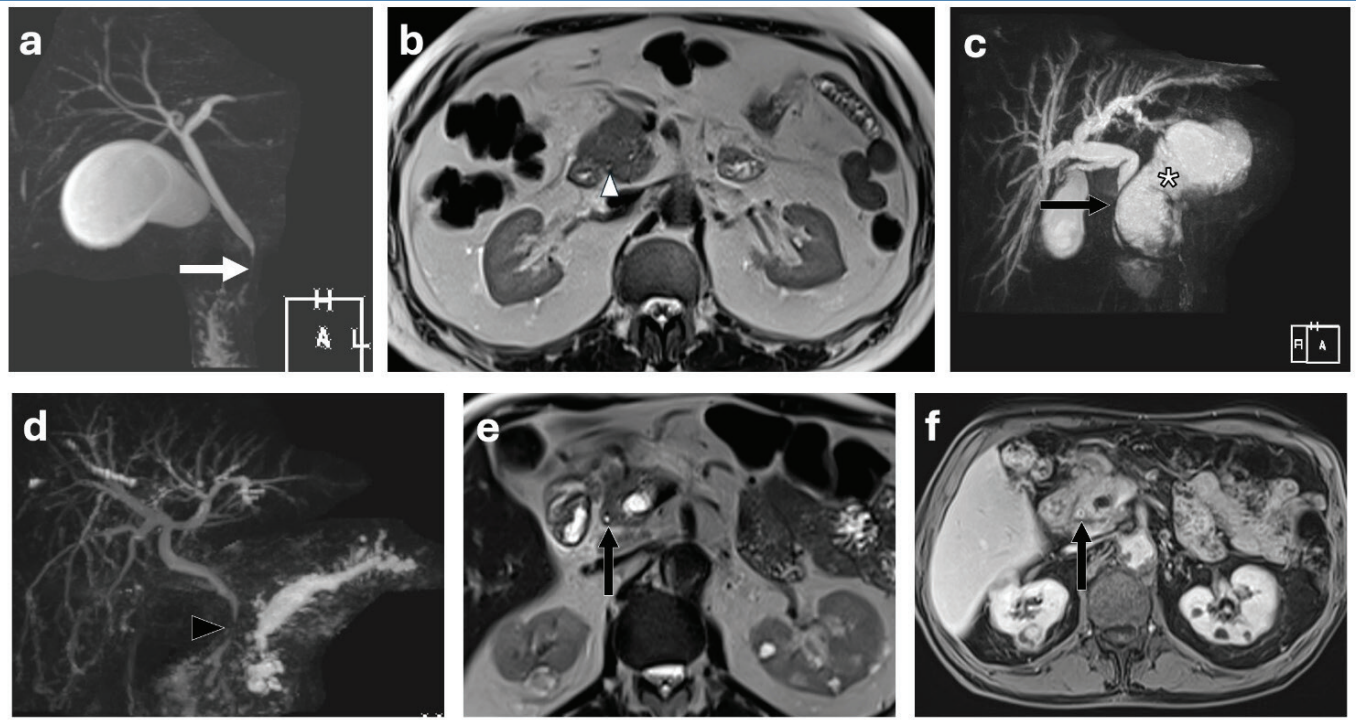


Resim 3. Karaciğer nakli sonrası biliyer komplikasyonlar: iskemik biliyopati (anastomotik olmayan striktür), anastomotik striktür, akut rejeksiyon. (a) İskemik biliyopati (anastomotik olmayan striktür), (b-d) anastomotik striktür, (e-g) akut rejeksiyon. (a) Kronik Hepatit B virüsüne bağlı siroz nedeniyle 15 yıl önce kadavradan karaciğer nakli yapılan 62 yaşındaki kadın hastada sarılık ve karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. 3B maksimum intensite projeksiyonu -MRKP (MIP-MRKP) safra kanallarında dilatasyonlar, divertiküller (beyaz ok başları); multifokal darlıklar, periferik duktopeni (siyah ok başları) ve koledokta taşlara bağlı dolum defektleri (beyaz oklar) izlenmektedir. Endoskopik retrograd kolanjiyopankreatografide anastomotik olmayan striktür ön tanısı doğrulanmıştır. (b-d) Canlıdan karaciğer nakli yapılan 70 yaşındaki erkek hastada tekrarlayan kolanjit atakları nedeniyle MRKP yapılmıştır. (b, c) 3B MIP-MRKP'de hilus düzeyinde darlık (siyah ok) ve intrahepatik safra kanallarında minimal dilatasyon izlenmektedir. Sagittal oblik kaynak görüntülerde daha iyi seçilebilen, özellikle sağ posteriyor safra kanalında taşlara bağlı multipl dolum defektleri (çentikli ok başları) dikkati çekmektedir. (d) Aksiyel yağ baskılı T2 görüntülerde lümeni tamamen dolduran taşların T2 hipointens görünümünün (siyah oklar) portal venöz akıma bağlı sinyal kaybı ile karışabileceğine dikkat ediniz. (e-g) Canlıdan karaciğer nakli yapılan 63 yaşındaki kadın hastada postoperatif 10. günde karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle MRKP yapılmıştır (ultrasonografide hepatik arter ve portal ven akımları patenttir). (e) 3B MIP-MRKP'de koledok normal izlenirken intrahepatik safra kanallarında diffüz dolum defektleri mevcuttur. (f) Aksiyel T2 görüntüde parankimde keskin sınırlı T2 sinyal artışı (yıldız) ve periportal ödem (beyaz ok başları) izlenmekte ancak normal safra kanalları seçilememektedir. (g) b=800 diffüzyon ağırlıklı görüntülemelerde periportal ödem (beyaz ok başları) ile uyumlu sinyal değişiklikleri mevcuttur. Karaciğer biyopsisi sonucunda bulgular mikst tip akut rejeksiyon ile uyumlu bulunmuştur.

vb.) de etiolojide rol oynar [61, 67, 68]. Nakil sonrası gelişen iskemik biliyer lezyonlar için dört patern tanımlanmıştır: diffüz nekroz, multifokal, hiler dominant, minör form [67]. En ağır form olan diffüz nekroz genellikle post-transplant ilk iki ayda gelişen dramatik bir tablodur. Akut nekroz kanal bütünlüğünü bozarak biliyom veya apselere yol açabilir. Nekrotize biliyer epitelin lümenine dökülerek katılaşmasıyla “kast” adı verilen lümen içi tıkaçlar oluşabilir [61, 75]. Kronik fazda hasarlı bölgelerde gelişen fibrozis sonucu multifokal, uzun segmentli ve düzensiz darlıklar oluşur (Resim 3). Bu dönemde ortaya çıkan “boncuk dizisi” ve “budanmış ağaç” görünümleri PSK’yi taklit edebilir [61, 68]. Uzun dönemli arteriyel yetersizlik ve kronik biliyer obstrüksiyonun birleşik etkisiyle, etkilenen segmentlerde progresif parankimal atrofi gelişebilir [68].

- Portal Kolanjiyopati (Biliyopati)

Ekstrahepatik portal venin kronik trombozuna sekonder gelişen portal kavernomun safra yolları üzerindeki mekanik/iskemik etkisiyle karakterizedir. Striktür morfolojisine göre varikoid, fibrotik ve miks olarak sınıflandırılır [67]. Varikoid form, periduktal kollateral venlerin dıştan basısıyla gelişen geçici bir süreçtir; periduktal KK’yi taklit edebildiğinden literatürde “psödo-KK” olarak adlandırılır [84]. Buna karşın fibrotik formda kronik iske mi sonucu kalın kontrastlanma gösteren düzgün darlıklar ve sekonder biliyer dilatasyon izlenir [67, 84]. T2A-SE sekanslarda peribiliyer ve perikolesistik kollateral venlere ait “akım boşlukları”nın varlığı, kontrastlı incelemelerde normal portal venin seçilememesi, hilusa yakın kesimlerde



Resim 4. Pankreatite bağlı distal koledok darlıkları. (a, b) Epigastrik ağrı ve pankreatik enzim yükseklği ile başvuran 65 yaşındaki erkek hastada, eşlik eden biyokimyasal kolestaz nedeniyle koledokolitiazis dışlanması amacıyla manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu (MIP)-MRKP görüntüsünde koledoğun intrapancreatik segmentinde darlık (beyaz ok) ve ılımlı proksimal biliyer dilatasyon izlenmektedir. (b) Aksiyel T2A HASTE görüntüsünde pankreas başında yaşa göre dolgunluk ve koledok lümeninde belirgin incelleme (beyaz ok başı) mevcuttur, buna karşın pankreas başında kitle lehine yer kaplayıcı lezyon saptanmamıştır. Bulgular akut interstisyel ödematöz pankreatite bağlı distal koledok darlığı ile uyumludur. (c) Akut pankreatit öyküsü olan 67 yaşındaki kadın hastada takiplerde diyabet gelişmesi üzerine yapılan 3. ay bilgisayarlı tomografide *walled-off* pankreatik nekroz ve biliyer dilatasyon saptanması üzerine MRKP yapılmıştır. 3B MIP-MRKP görüntüsünde pankreasta yaygın *walled-off* nekroz (yıldız) ve buna bağlı distal koledokta dıştan bası (siyah ok) izlenmektedir. (d-f) Bilinen kronik pankreatiti olan 66 yaşındaki erkek hastada hiperbilirubinemi nedeniyle MRKP yapılmıştır. (d) 3B MIP-MRKP görüntüsünde ana pankreatik kanalda ve yan dallarda dilatasyon ile distal koledokta darlık (siyah ok başı) izlenmektedir. (e) Aksiyel T2A görüntüde darlık seviyesinde koledoğun intrapancreatik segmentinde T2 hipointens konsantrik duvar kalınlaşması (siyah ok) mevcuttur. (f) Kontrastlı denge fazı geç evre görüntülerinde koledok duvarında konsantrik, düzgün kontrastlanma (siyah ok) izlenmektedir. Bulgular fibrotik duvar kalınlaşması lehine olup kronik pankreatite bağlı distal koledok darlığı ile uyumludur.

belirginleşen darlıkların bulunması ve ekstrahepatik safra kanallarında dalgalı görünüm ile açılanmanın saptanması, portal biliyopati tanısını destekleyen başlıca MRG bulgularındır (Resim 9).

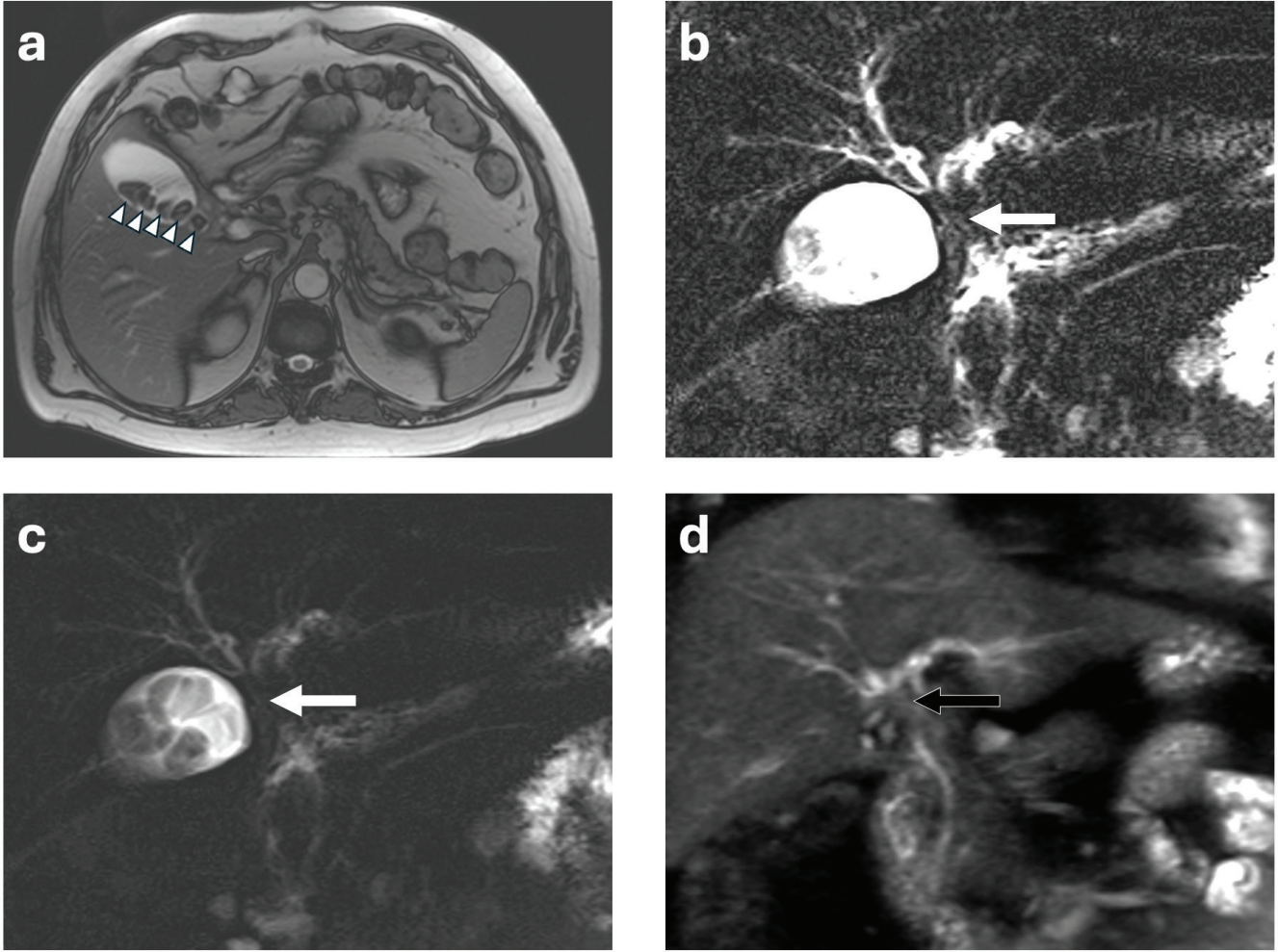
Enfeksiyöz ve İlaç Kaynaklı Kolanjiyopatiler

Tekrarlayan bakteriyel enfeksiyonlar veya paraziter enfestasyonlar kronik enflamasyonu tetikleyerek sekonder SK tablosuna yol açabilir.

AIDS kolanjiyopatisi, özellikle $CD4 < 100/mm^3$ hastalarda *Cryptosporidium parvum* veya sitomegalovirüs (CMV) gibi fırsatçı enfeksiyonlar neticesinde gelişir [68]. Karakteristik MRKP bulgusu papiller stenoz ile intra- ve ekstrahepatik kanallarda PSK benzeri multifokal darlıklardır [61, 68].

Rekürren piyojenik kolanjit (RPK) “oriental kolanjiyohepatit” olarak da bilinir. İntrahepatik pigment taşları, safra yolu dilatasyonları ve striktürleri ile karakterize, genellikle Asya popülasyonunda izlenen bir tablodur. Etiyolojisi kesin bilinmemekle birlikte *Ascariasis lumbricoides*, *Clonorchis sinensis*, düşük sosyoekonomik düzey ve *Escherichia coli* kolanjiti ile güçlü ilişkisi bildirilmiştir [61, 67, 68].

MRKP bulguları arasında intra- ve ekstrahepatik taşlar (%80), çoklu intrahepatik striktürler ve özellikle sol lob lateral veya sağ lob posteriyor segmentlerde lokalize dilatasyonlar yer alır [68]. Merkezi safra kanalları orantısız dilate iken periferik kanallardaki ani daralma “ok ucu” (*arrowhead*) görünümü olarak adlandırılır (Resim 10) [31, 75]. Safra kesesinde taş olmaksızın, koledok ve intrahepatik kanallarda taşlar (genellikle T1 hiperintens pigment taşları) RPK, PSK veya Caroli hastalığı gibi



Resim 5. Mirizzi sendromu. Kaşıntı ve sarılık ile başvuran 49 yaşındaki erkek hastada endoskopik retrograd kolanjiyopankreatografide koledok orta kesiminde darlık saptanması üzerine MRKP yapılmıştır. (a) Aksiyel T2A FIESTA görüntüsünde safra kesesinde multipl taşlar (ok başları) izlenmektedir. (b) 3B maksimum intensite projeksiyonu - manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MIP-MRKP) ve (c) 2B-MRKP görüntülerinde safra kesesi komşuluğunda hiler düzeyde darlık (beyaz ok) mevcuttur. (d) Koronal yağ baskılı T2A HASTE görüntüsünde hiler düzeyde darlık (siyah ok) ve ılımlı intrahepatik safra yolu dilatasyonu izlenmektedir. Karaciğer enzimleri ve bilirubin yüksekliği ile birlikte bulgular Mirizzi sendromu ile uyumlu değerlendirilmiştir.

kronik staz nedenlerini düşündürmelidir. Belirgin santral kanal dilatasyonu RPK lehine iken “boncuk dizisi” görünümü PSK’yi destekler. Bu hastalarda ~%5-15 KK gelişme riski bildirilmiştir [31, 61, 75].

İmmün kontrol noktası inhibitörleri (Pembrolizumab, Nivolumab vb.) SK’ye yol açabilmektedir. **Radyolojik olarak ekstrahepatik kanallarda diffüz kalınlaşma (~%90), obstrüksiyon olmadan biliyer dilatasyon (~%77) ve intrahepatik kanallarda multifokal striktürler (~%30) izlenir [85, 86].** Ayrıca safra kesesi duvar kalınlaşması, periportal ödem ve Glisson kılıfı ödemi tabloya eşlik edebilir [85, 87]. Kortikosteroid tedavisine dramatik yanıt vermesi ile PSK’den ayrılır.

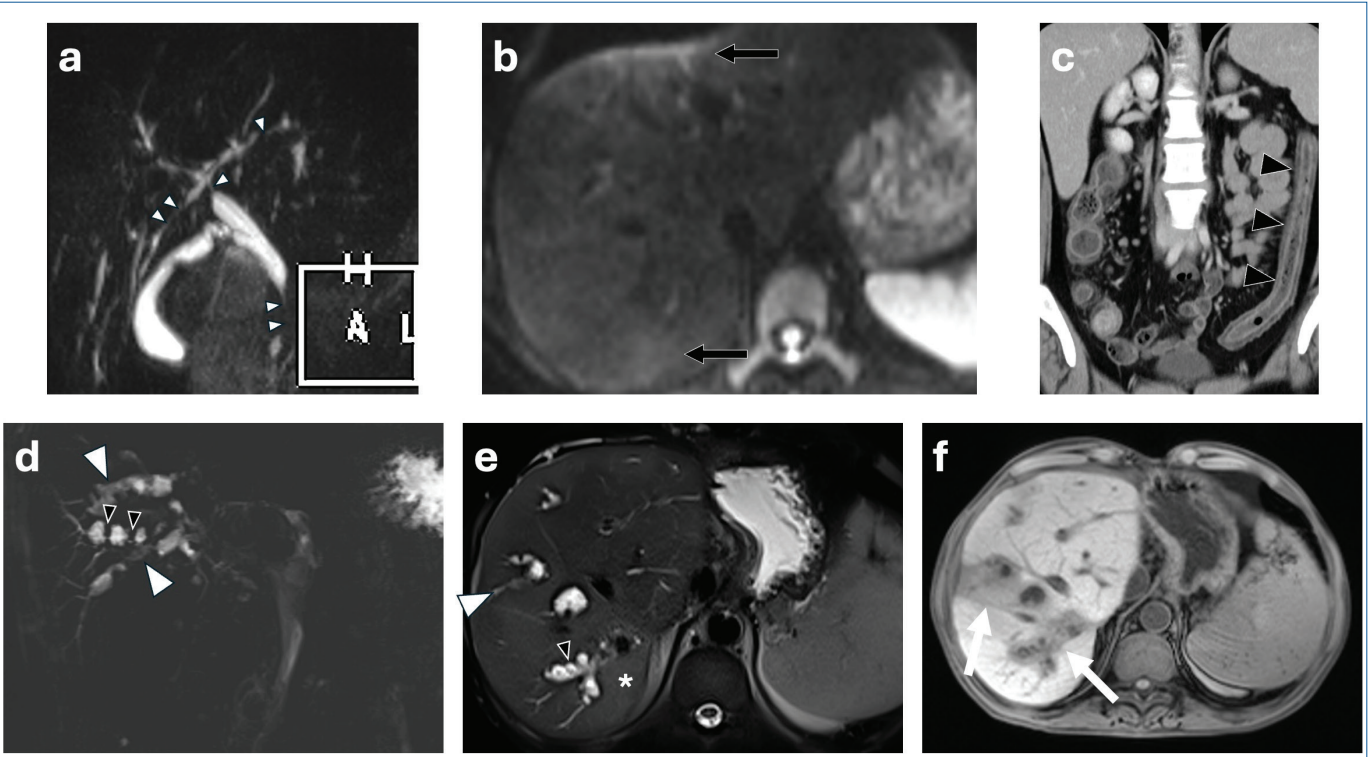
Karaciğer tümörlerinin lokal kontrolünde başvuru TAKE, biliyer sistemde iskemik hasar üzerinden SK tablosuna neden

olabilir [75, 86, 88]. MRG’de intra- ve ekstrahepatik safra yollarında spesifik olmayan multifokal darlıklar izlenir.

Malign Biliyer Striktürler

Kolanjiyokarsinom

Safra yolu epitelinin köken alan KK, karakteristik olarak yoğun fibröz stroma içerir. Anatomik yerleşimlerine göre intrahepatik (periferik), perihiler (en sık) veya ekstrahepatik; morfolojik büyüme paternlerine göre ise kitle oluşturan, periduktal infiltran ve intraduktal olarak sınıflandırılır [68]. PSK, hepatobiliyer parazit enfeksiyonları, hepatolitiazis ve safra kanallarının intraduktal papiller neoplazmi majör risk faktörleridir [89].



Resim 6. Primer sklerozan kolanjit (PSK). (a-c) Kolestatik karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle değerlendirilen 21 yaşındaki kadın hastada manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu - MRKP (MIP-MRKP) ve görüntüsünde distal koledokta belirgin darlık, Klatskin düzeyinde kısa segment darlık ve intrahepatik safra kanallarında multifokal darlık-dilatasyonlar (beyaz ok başları) izlenmektedir. (b) b=800 diffüzyon ağırlıklı görüntülemelerde periferik kama şeklinde sinyal artışları (siyah ok) mevcuttur. (c) İntravenöz kontrastlı abdominopelvik bilgisayarlı tomografide kolonda yaygın duvar kalınlaşması, haustasyon kaybı ve diffüz mukozal kontrastlanma artışı ülseratif kolit ile uyumludur. Ülseratif kolit varlığı, PSK ile sık birliktelik göstermesi nedeniyle destekleyicidir. (d-f) PSK nedeniyle karaciğer nakli yapılan 31 yaşındaki erkek hastada karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle MRKP yapılmıştır. (d, e) 3B MIP-MRKP ve aksiyel T2A görüntülerde safra kanallarında multifokal darlık - dilatasyonlarla karakterize boncuk dizisi görünümü (siyah ok başları) izlenmektedir. Safra kanalları içerisinde debri ve taşa bağlı dolum defektleri (beyaz ok başları) ile peribilyer parankimde T2 sinyali artışı (yıldız) dikkati çekmektedir. (f) Hepatobiliyer faz görüntülerde peribilyer parankimde, olası inflamasyona bağlı fonksiyon kaybını düşündüren azalmış kontrast tutulumu (beyaz oklar) izlenmektedir. Bulgular PSK nüksü lehine değerlendirilmiştir.

Fırça sitolojisi veya endoskopik USG eşliğinde ince iğne aspirasyonunun düşük doku verimliliği kesin tanıyı zorlaştırabilmektedir. Pankreas adenokarsinomu (PA), safra kesesi karsinomu ve metastazlarla histolojik örtüşme nedeniyle radyolojik görüntüleme ayırıcı tanıda hayati önem taşımaktadır [67].

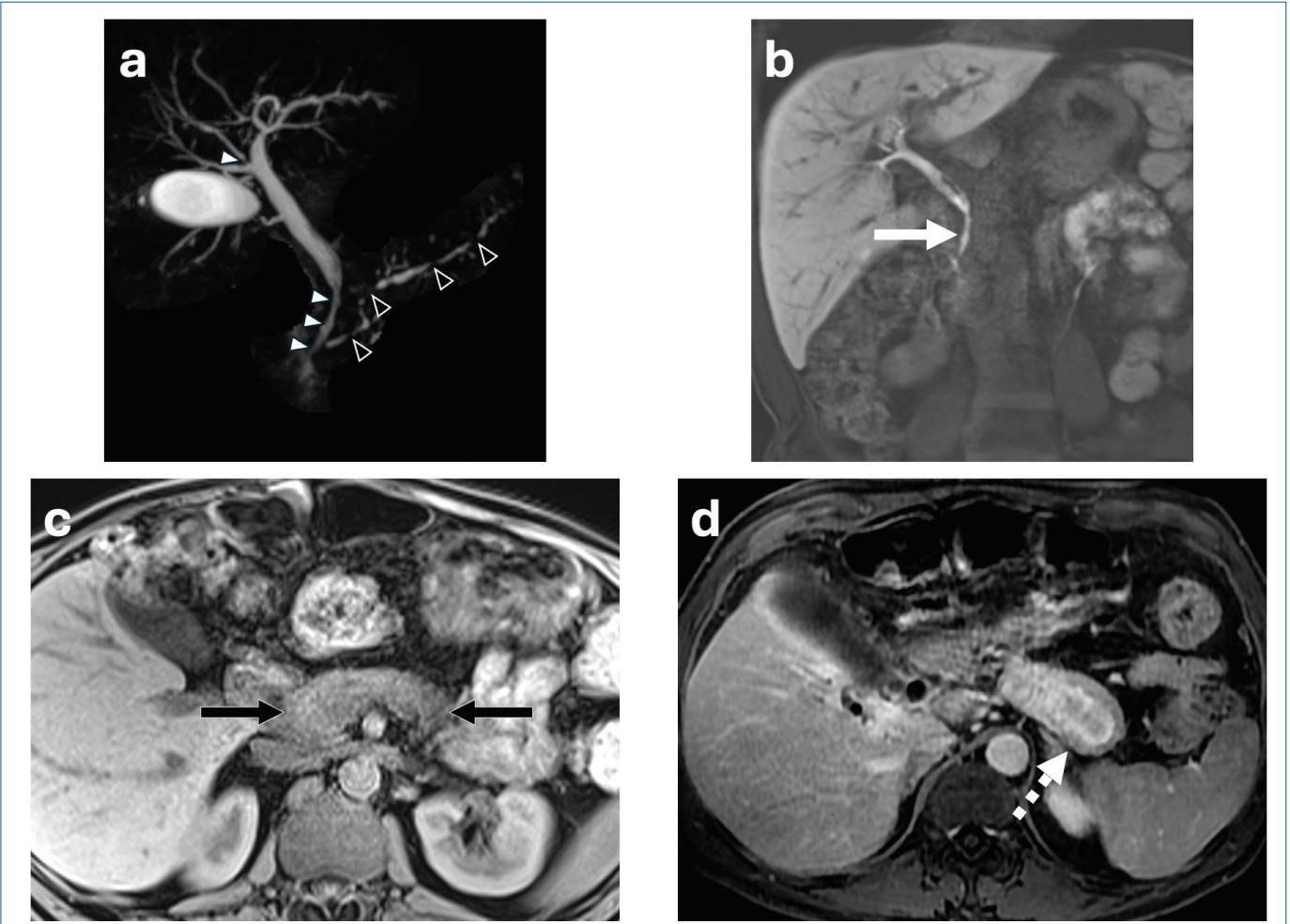
İntrahepatik KK tipik olarak fibrozis ve santral nekroz içeren heterojen kitleler şeklinde izlenir. Dinamik kontrastlı MRG'de, arteriyel fazda minimal ve periferik; geç ve interstisyel fazlarda sentripedal persistan kontrastlanma karakteristiktir. Hepatobiliyer fazda bulutsu merkezi hiperintensite ve DAG'de targetoid hafif diffüzyon kısıtlılığı tanıya yardımcıdır. Periferik safra kanalı dilatasyonu ve subkapsüler tümörlerde kapsül retraksiyonu da sık rastlanan bulgulardır [67, 89, 90].

Perihiler ve distal KK değerlendirmesi, benign darlıklar ve diğer maligniteler ile benzerlikleri nedeniyle daha kompleksdir. Safra

yolu darlığı ve proksimal dilatasyon temel bulgudur (Resim 11). Post-prosedürel enflamasyonun darlığı maskeleyişini önlemek için MRG/MRKP mutlaka ERKP öncesinde yapılmalıdır. Cerrahi rezektabilitede hiler vasküler tutulum değerlendirmesi kritiktir. Perihiler KK'de lokal yayılımın tanımlanmasında *Bismuth-Corlette* sistemi yaygın kullanılır [91]. Bu sistem tümörün biliyer konflüensle ilişkisini ve duktal yayılım düzeyini belirleyerek cerrahi planlamaya rehberlik eder. Ancak vasküler tutulum ve lobar atrofi gibi rezektabiliteyi etkileyen parametreleri içermemesi bir kısıtlılıktır. Bu nedenle duktal tutulumun yanı sıra portal ven invazyonu ve lobar atrofiyi de değerlendiren *Memorial Sloan-Kettering* sınıflandırması kullanılmaktadır [92].

Pankreas Adenokarsinomu

Pankreasın en yaygın malign neoplazmi olan PA, olguların ~%70'inde baş, boyun ve unsinat süreç yerleşimlidir [68]. Bu lokalizasyonun bir sonucu olarak tümör genellikle koledokun

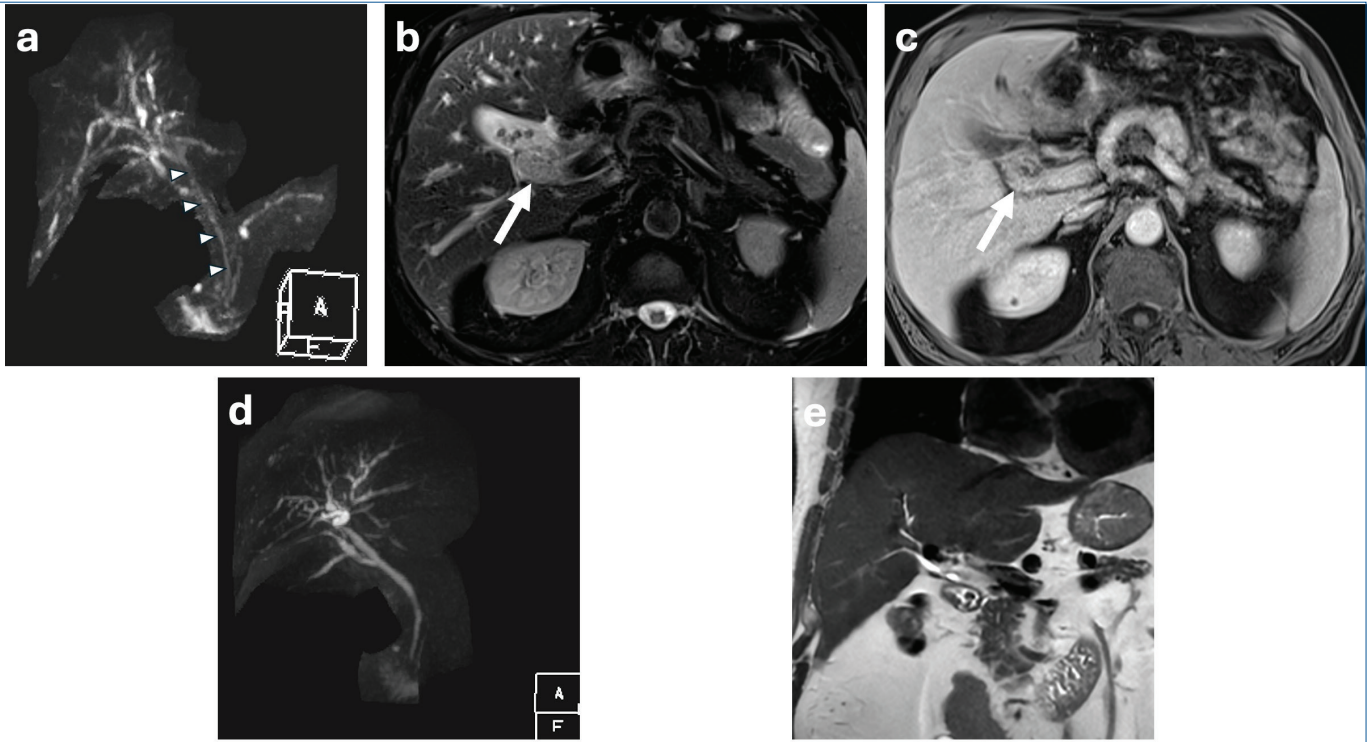


Resim 7. İmmüoglobulin G alt tipi 4 (IgG4)-ilişkili sklerozan kolanjit ve eşlik eden otoimmün pankreatit. Kronik pankreatit öyküsü olan 59 yaşındaki erkek hastada karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu - MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde distal koledokta uzun segment darlık, sağ posteriyor safra kanalında kısa segment darlık (beyaz ok başları) ve koledokta hafif dilatasyon izlenmektedir. Aynı görüntülerde pankreatik kanalda multifokal darlıklar (siyah ok başları) ve yan dal dilatasyonları dikkati çekmektedir. (b) Koronal hepatobiliyer faz görüntülerde distal koledok darlığı (beyaz ok) izlenmekle birlikte kontrast geçişi devam etmektedir. (c) Kontrast öncesi yağ baskılı T1A görüntülerde pankreasta diffüz sinyal azalması (siyah ok) mevcuttur. (d) Aksiyel portal venöz faz görüntülerde pankreas kuyruk kesiminde dolgunluk ve peripancreatik düşük intensiteli halka şeklinde yumuşak doku (kesikli ok) izlenmektedir. Eş zamanlı ölçülen serum IgG4 düzeyi 424 mg/dL olarak saptanmış olup hasta IgG4 ilişkili sklerozan kolanjit ve otoimmün pankreatit tanısı almıştır.

intrapankreatik segmentinde daralmaya ve buna sekonder obstrüktif sarılığa yol açar. **Tanı ve evrelemede BT ilk tercih olsa da MRG, küçük veya BT'de izodens (%5-14) kitlelerin ve karaciğer ile periton metastazlarının değerlendirilmesinde problem çözücüdür [93,94]. Rezektabilite değerlendirmesinde her iki yöntem benzer performans sergilese de MRG'nin yumuşak doku çözünürlüğü tümör sınırlarının belirlenmesinde avantaj sunmaktadır [95, 96].**

Pankreas adenokarsinomunun radyolojik görünümü, tümörün histopatolojik temelini oluşturan yoğun desmoplastik reaksiyon ve fibröz stroma içeriği tarafından belirlenir. Normal pankreas yüksek protein ve manganez içeriği nedeniyle T1A

yağ baskılı sekanslarda hiperintens iken adenokarsinom fibrozis ve parankim kaybı nedeniyle tipik olarak hipointenstir. T2A'da nekroz ve dezmozplastik reaksiyonun derecesine göre değişken sinyal özellikleri sergilese de genellikle izo-/hiperintens görülür [68]. Dinamik kontrastlı incelemede PA çevre parankime göre daha az kontrastlanır; kitle-parankim kontrast farkı geç arteriyel/parankimal fazda (45-60. saniye) maksimuma çıkar. Kitle proksimalinde PaK dilatasyonu ve parankimal atrofi sıklıkla eşlik eder. Koledok ve ana PaK'ın aynı seviyede obstrüksiyonu ile karakterize "çift kanal bulgusu", PA dahil olmak üzere (peri) ampullar bölge malignitelerini güçlü bir şekilde telkin eder [68]. Pankreas başı yerleşimli adenokarsinomlar ile özdeşleşmiş bir bulgu olsa da bu hasta



Resim 8. İmmüoglobulin G alt tipi 4 (IgG4)-ilişkili sklerozan kolanjit. Sarılık ve kolestatik enzim yüksekliği ile başvuran 67 yaşındaki erkek hastada ultrasonografide safra yollarında dilatasyon saptanması üzerine manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu - MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde hareket artefaktına karşın Klatskin düzeyinden itibaren koledok boyunca uzun segment darlık (ok başları) izlenmektedir. (b) Aksiyel yağ baskılı T2A ve (c) aksiyel kontrastlı denge fazı görüntülerde safra yolu duvarında T2 hipointens, düzgün, sirkumferansiyel kalınlaşma ve homojen kontrastlanma (oklar) mevcuttur. Safra kesesindeki milimetrik taşlara ve pankreas parankim intensitesinin normal olduğuna dikkat ediniz. (d, e) Steroid tedavisi sonrası takip MRKP'de darlık ve duvar kalınlaşmasında belirgin gerileme izlenmiş olup bulgular IgG4 ilişkili sklerozan kolanjit ile uyumludur.

grubunun ~%20'sinde saptanmayabilir [2, 94, 97]. PA genellikle diffüzyon kısıtlı; DAG özellikle <2 cm kontur anormallığı yaratmayan lezyonların ve uzak metastazların erken teşhisinde kritiktir (Resim 11) [94].

Ayrırcı tanıda PA, sıklıkla fokal otoimmün pankreatit ve kitle oluşturan kronik pankreatit ile karışır. PA'daki ani duktal kesintinin aksine, otoimmün pankreatitte kanal lümeninin kısmen seçilebilmesi (duktal penetrasyon bulgusu) ve portal venöz fazda homojen kontrastlanma ayrırcı tanıda yol göstericidir. Kronik pankreatit, "çift kanal bulgusu" ve hipointens kitle görünümüyle PA'yı taklit edebilir. Ancak yaygın parankimal kalsifikasyonlar, psödokist varlığı ve duktal penetrasyon bulgusu kronik pankreatit lehine ayrırcı özelliklerdir [94].

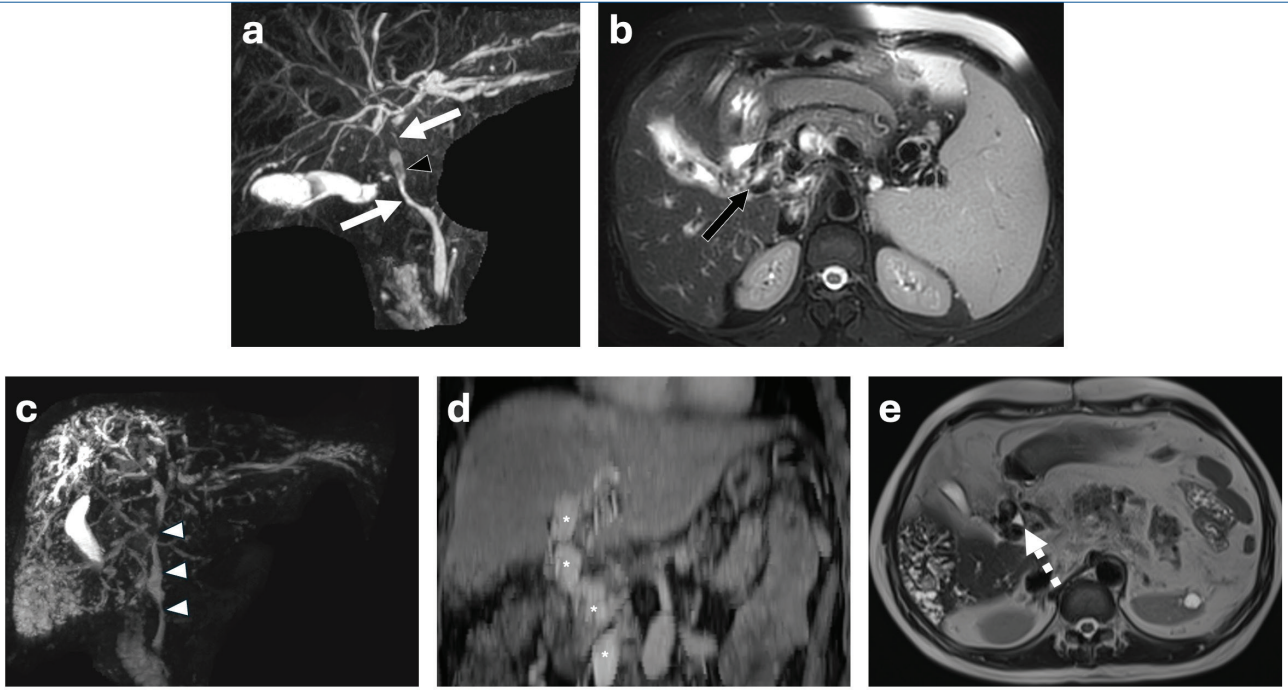
Ampullar ve Periampullar Karsinomlar

Ampullar tümörler, ortak safra kanalı - PaK birleşiminin distalindeki ampullar kompleksten; periampullar tümörler ise majör papillanın 2 santimetre çevresinden köken alır. Bu spektrumda ampulla Vater, distal koledok, pankreas başı/unsinat proçes ve duodenum karsinomları yer almaktadır. Bu

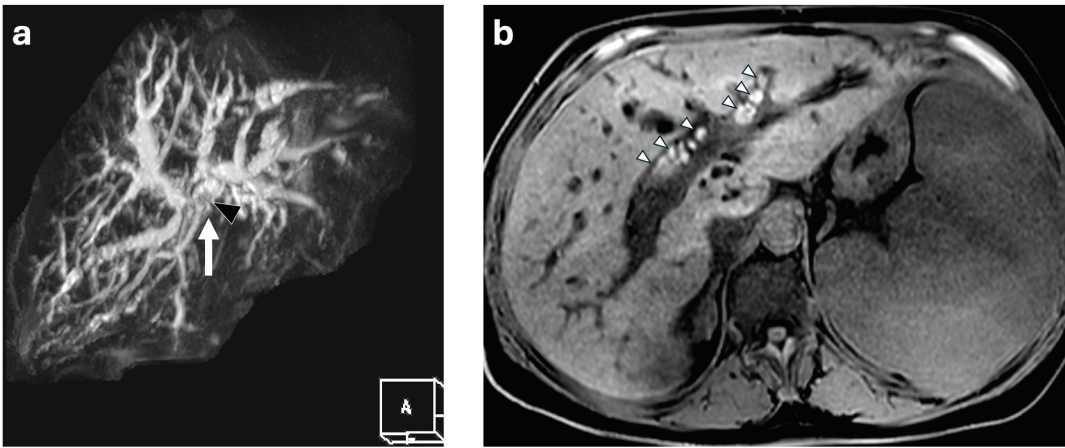
grupta prognozu en iyi olanlar ampulla Vater ve duodenum maligniteleri iken PA en kötü prognoza sahiptir [68, 98].

Tanıda *sfinkter Oddi* disfonksiyonu veya papillit gibi benign patolojiler ve sfinkterin fizyolojik kontraksiyonuna bağlı psödostriktürlerin malign nedenlerden ayrımı önemlidir. Çoğunlukla koledokolitiazise sekonder gelişen bir mukozal enflamasyon olan papillit, simetrik ve ≤ 3 mm düzgün duvar kontrastlanması, ılımlı koledok dilatasyonu ve lümen içi taş ile karakterizedir [31].

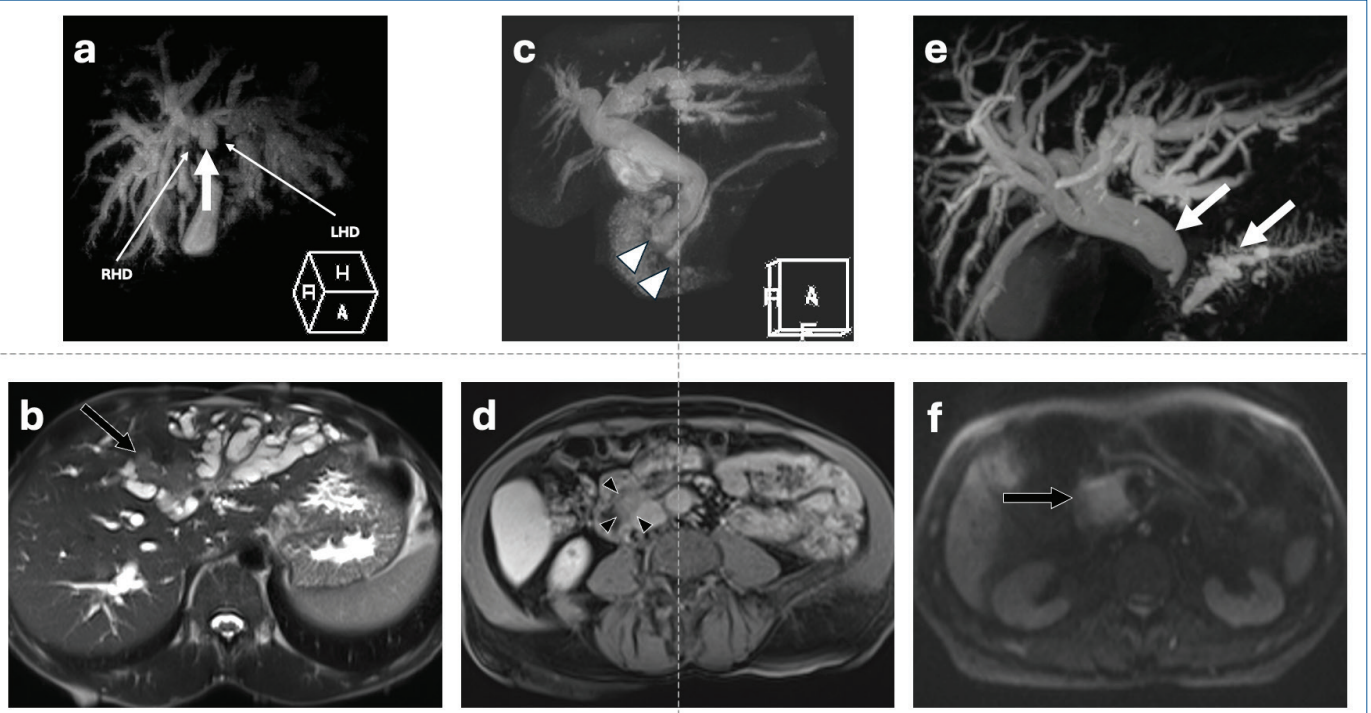
Normal majör papilla oval, ılımlı bir çıkıntı yapan ve <10 mm bir yapıdır. Papillanın çapının >10 mm, mukoza kalınlığının >2 mm veya bitişik duodenum mukozasından daha belirgin kontrastlanması patolojiyi işaret etmelidir [31]. Ampullar karsinomlar MRG'de küçük bir kitle, periduktal kalınlaşma veya duodenal lümeneye doğru papiller çıkıntı şeklinde izlenir (Resim 11) [68]. Konvansiyonel MRG protokollerine DAG eklenmesi periampullar bölge malignitelerinin saptanma başarısını artırır [26]. Daraltılmış görüntü alanına sahip (zoomlanmış) DAG, distorsiyon ve artefaktları azaltarak periampullar küçük lezyonların tespitinde iyileşme sağlayabilir [99].



Resim 9. Portal biliyopati. (a, b) Ekstrahepatik portal ven trombozuna bağlı portal hipertansiyonu olan 56 yaşındaki kadın hastada tekrarlayan kolanjit ve hiperbilirubinemi nedeniyle manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu - MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde proksimal koledokta hafif daralma, hilusta belirgin darlık (beyaz oklar) ve sol lob safra kanallarında dilatasyon izlenmektedir. Ortak hepatic kanaldaki dolun defektinin (siyah ok başı) vasküler impresyona bağlı olduğuna dikkat ediniz. (b) Aksiyel yağ baskılı T2A görüntüde hilusta daralmış safra kanalını (siyah ok) çevreleyen portal kavernom ile safra kesesi duvarında kalınlaşma ve lümen içinde taşlar izlenmektedir. (c-e) Ekstrahepatik portal ven trombozu olan 45 yaşındaki erkek hastada hiperbilirubinemi nedeniyle yapılan endoskopik retrograd kolanjiyopankreatografide koledok orta kesiminde ciddi darlık saptanması üzerine MRKP yapılmıştır. (c) 3B MIP-MRKP görüntüsünde periferik doğru artan biliyer dilatasyon, ekstrahepatik safra kanalında dalgalı kontur ve proksimal kesimde belirgin darlık (beyaz ok başları) izlenmektedir. (d) Kontrastlı venöz faz aksiyel görüntülerden oluşturulan koronal MIP reformatta, porta hepatis düzeyinde geniş ve tortiyöz kollateral ven (yıldızlar) izlenmektedir. (e) Aksiyel T2A görüntüde kollaterallerin basısına bağlı koledok lümeninde “üçgenleşme” (kesikli ok) izlenmektedir.



Resim 10. Rekürren piyojenik kolanjit. Tekrarlayan kolanjit atakları nedeniyle değerlendirilen 55 yaşındaki erkek hastaya manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu - MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde intrahepatik safra kanallarında diffüz dilatasyon ve hiler düzeyde belirgin darlık (ok) izlenmektedir. Darlık seviyesinde silik dolun defekti (siyah ok başı) ile dilatasyonun santral kesimlerde daha belirgin oluşuna dikkat ediniz. (b) Aksiyel yağ baskılı T1A görüntüde safra kanalları içerisinde T1 hiperintens taşlar (hepatolitiazis) izlenmektedir. Klinik öykü ile birlikte santral baskın biliyer dilatasyon ve hepatolitiazis bulguları rekürren piyojenik kolanjit ile uyumludur.



Resim 11. Malign biliyer striktürler. (a, b) Sarılık ve karaciğer enzim yüksekliği ile başvuran 31 yaşındaki erkek hastada ultrasonografik görüntüleme (USG) biliyer dilatasyon saptanması üzerine manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu -MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde hilusta ani sonlanan intrahepatik diffüz biliyer dilatasyon (beyaz ok) izlenmektedir. (b) Aksiyel T2A görüntüde dilate safra kanallarının sonlanım düzeyinde düzensiz kitle lezyonu (siyah ok) mevcuttur. Bulgular Bismuth tip 4 hiler kolanjiyokarsinom lehine değerlendirilmiş olup tanı biyopsi ile doğrulanmıştır. (c, d) Kilo kaybı nedeniyle değerlendirilen 76 yaşındaki erkek hastada USG’de biliyer dilatasyon saptanması üzerine MRKP yapılmıştır. (c) 3B MIP-MRKP görüntüsünde safra yolları ve pankreatik kanalın diffüz dilatasyonu “çift kanal bulgusu” (beyaz ok başları) oluşturmakta olup koledok-pankreatik kanal konfluansı seçilememektedir. (d) Aksiyel kontrastlı venöz faz görüntüde ampulla düzeyinde kontrastlanan yumuşak doku lezyonu (siyah ok başları) izlenmektedir. Endoskopik biyopsi sonucunda ampulla Vater kanseri tanısı doğrulanmıştır. (e, f) Karın ağrısı, kilo kaybı ve karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle değerlendirilen 63 yaşındaki erkeğe MRKP yapılmıştır. (e) 3B MIP-MRKP görüntüsünde safra yolları ve pankreatik kanalda diffüz dilatasyon (çift kanal bulgusu) (beyaz oklar) izlenmekte olup periampuller kitle açısından şüphe uyandırmaktadır. (f) Diğer sekanslarda belirgin kitle seçilememekle birlikte (gösterilmemiş), DAG’de pankreas başında hiperintensite ve dolgunluk (siyah ok) izlenmiş ve pankreatik adenokarsinom lehine değerlendirilmiştir. Tanı Whipple cerrahisi sonrası histopatolojik olarak doğrulanmıştır.

Metastazlar ve Diğer Neoplazmlar

Karaciğer metastazları, lenfoma ve safra kesesi karsinomu ekstresek bası veya doğrudan invazyon yoluyla biliyer obstrüksiyona yol açabilir. Safra kanallarının metastatik tutulumu nadir olmakla birlikte adenokarsinomlarda (kolon, pankreas, mide, meme veya endometriyum) melanom ve lenfomada izlenebilir (Resim 12) [100].

Kist Hidatik

Echinococcus granulosus kaynaklı bir zoonoz olan hidatik kist hastalığı, en sık (%75) karaciğeri etkiler [101]. Hastalığın radyomorfolojisi, parazitin biyolojik aktivitesi ve gelişim evresiyle doğrudan ilişkilidir. Aktif döneminde unikoküle veya multiloküle kistik kitleler izlenir. Basit parankimal kistlerden

ayrımında USG’de çift ekojenik duvar ve “hidatik kum” bulgusu ile MRG’de düşük sinyalli fibröz perikist halkası ve sferik konfigürasyon kilit rol oynar [102]. Evrelemede USG tabanlı Gharbi veya Dünya Sağlık Örgütü – Ekinokokkozis Informal Çalışma Grubu sınıflandırma sistemleri kullanılır.

En yaygın ve riskli komplikasyon, kist içeriğinin safra yollarına sızmasıyla karakterize intrabiliyer rüptürdür. Klinik tablo minör (asemptomatik) ile majör (obstrüktif sarılık, kolanjit) rüptür arasında değişir. **Temel radyolojik bulgular arasında kistobiliyer ilişki, kist morfolojisinin bozulması, duvar çökmesi, kist içerisinde gaz veya yağ seviyelenmesi, safra kanalına doğru uzanan gaga benzeri görünüm, ana kanallarda dilatasyon ve lümen içi membran parçalarına bağlı dolum defektleri yer alır [102] (Resim 13).**

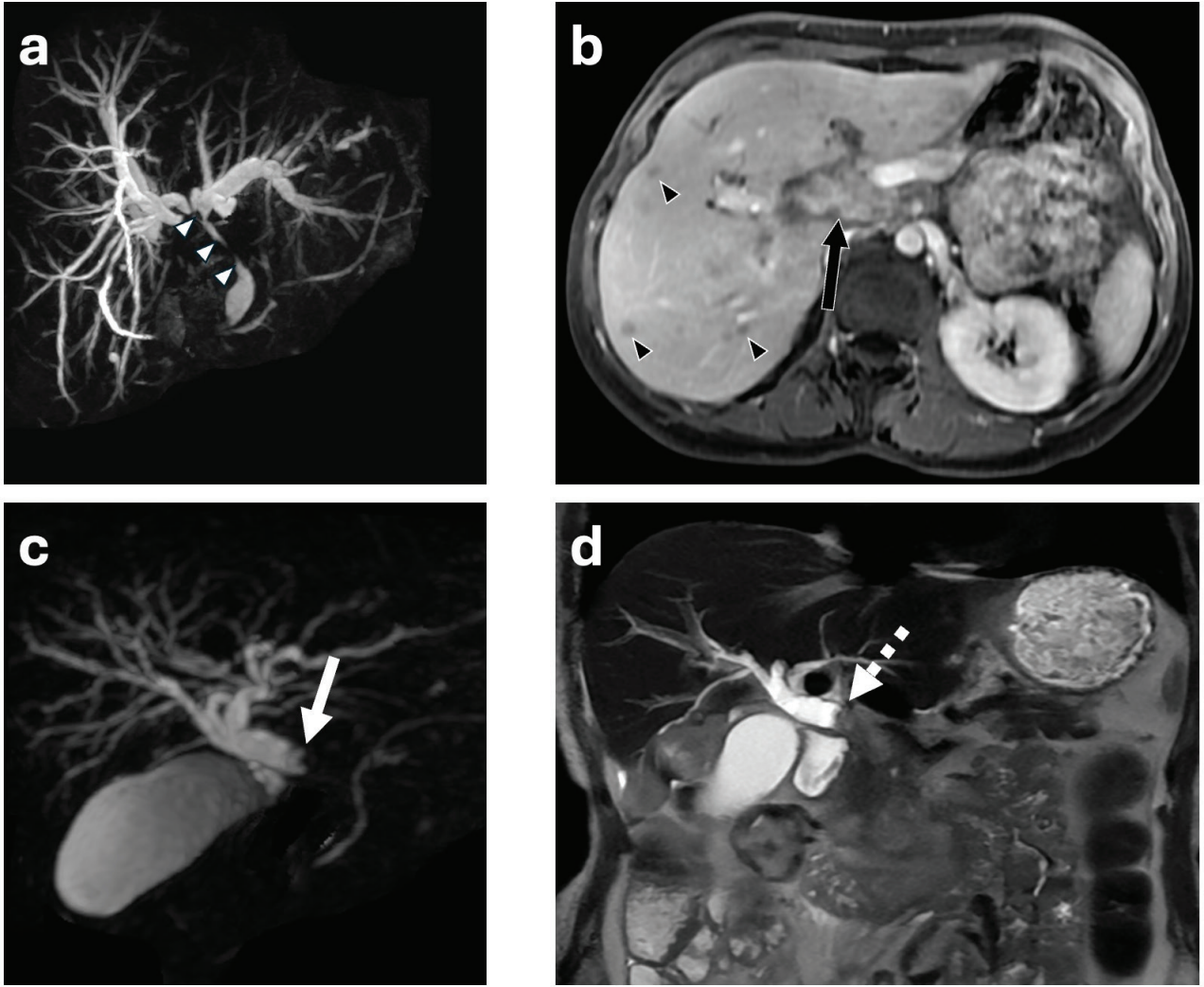
LİMİTASYONLAR VE TUZAKLAR

Manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi, biliyer ve pankreatik sistemlerin non-invazif değerlendirilmesinde altın standart haline gelse de bu yöntemin yorumlanmasını ve tanısal başarısını etkileyen bir dizi teknik, fizyolojik ve tanısal tuzak bulunmaktadır (Tablo 4, Resim 14) [58, 59].

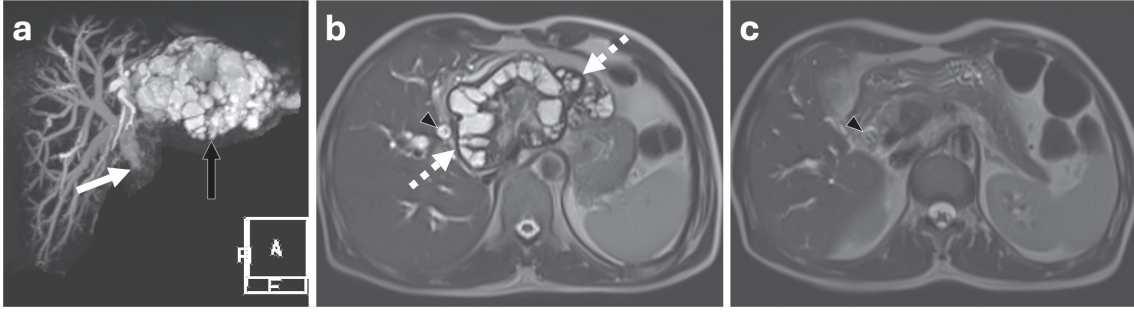
SONUÇ

Manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi, pankreatobiliyer sistemin değerlendirilmesinde güncel klinik pratiğin

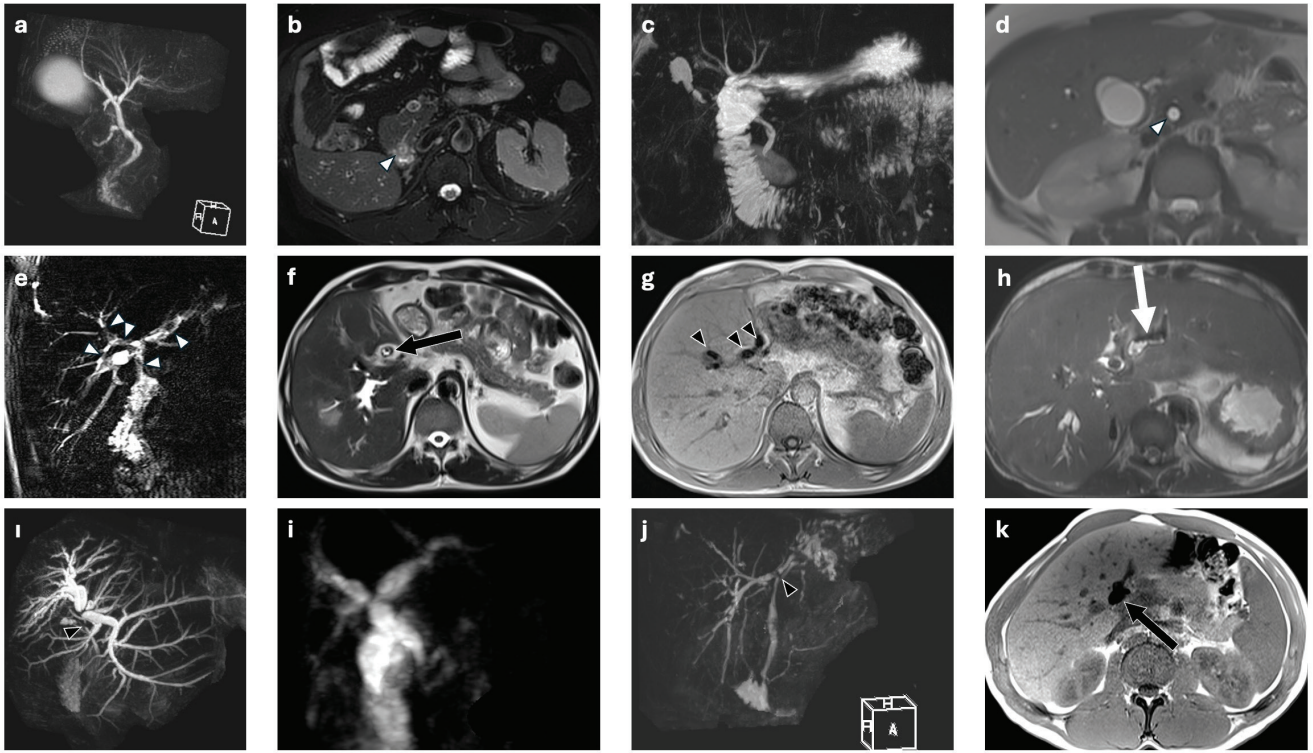
vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. İleri hızlandırma teknikleriyle tek nefes tutmada elde edilen yüksek çözünürlüklü 3B sekanslar ve hepatobiliyer kontrast ajanlarının kullanımı, MRKP'nin tanısal doğruluğunu ve klinik uygulama alanlarını belirgin biçimde genişletmiştir. Bununla birlikte manyetik alan gücüne, protokol tercihlerine ve sekansa özgü sınırlılıklara hakim olunması, yanlış negatif veya yanıltıcı yorumların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Klinik senaryoya göre kısaltılmış veya tam protokol yaklaşımının bilinçli şekilde seçilmesi, radyolojik değerlendirmenin güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir.



Resim 12. Metastaza bağlı malign biliyer striktürler. (a, b) Over kanseri nedeniyle adjuvan tedavi öncesi değerlendirilen 39 yaşındaki kadın hastada ultrasonografide karaciğerde multipl solid lezyonlar ve biliyer dilatasyon saptanması üzerine karaciğer manyetik rezonans görüntüleme ve manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu -MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde proksimal ekstrahepatik safra kanalında uzun segment düzensiz darlık (ok başları) ve intrahepatik safra kanallarında dilatasyon izlenmektedir. (b) Aksiyel kontrastlı venöz faz görüntüde hilusta kontrastlanan solid kitle lezyonu (siyah ok) mevcuttur. Karaciğer parankimindeki hipovasküler metastatik milimetrik nodüler lezyonlara (siyah ok başları) dikkat ediniz. (c, d) Akciğer adenokarsinomu öyküsü olan 63 yaşındaki kadın hastada karaciğer enzim yüksekliği nedeniyle MRKP yapılmıştır. (c) 3B MIP-MRKP görüntüsünde proksimal koledokta akut sonlanım (beyaz ok) izlenmektedir. (d) Koronal T2A görüntüde lümen içinde solid lezyon (kesikli ok) varlığı dikkati çekmektedir.



Resim 13. Safra kanallarına rüptür ile komplike hidatik kist. Karın ağrısı, sarılık ve ateş ile başvuran 47 yaşındaki erkek hastada kolanjit şüphesi ile yapılan ultrasonografide hidatik kist ve biliyer dilatasyon saptanması üzerine manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) yapılmıştır. (a) 3B maksimum intensite projeksiyonu -MRKP (MIP-MRKP) görüntüsünde sol lob lateral segmentte multikistik lezyon (siyah ok) ve koledok proksimalinde ani, düzensiz sonlanım (beyaz ok) ile birlikte diffüz biliyer dilatasyon izlenmektedir. (b, c) Aksiyel T2a görüntülerde solid ve multikistik bileşenler içeren, CE3b hidatik kist ile uyumlu lezyon (kesikli ok) ile ekstrahepatik safra kanalları içinde kist membranlarına ait olduğu düşünülen dolum defektleri izlenmektedir.



Resim 14. Artefaktlar ve yanılgılar. (a, b) Kalın dilim 2B- manyetik rezonans kolanjiyopankreatografide (MRKP) ve 3B maksimum intensite projeksiyonu -MRKP (MIP-MRKP) reformatlarda parsiyel hacim etkisi küçük koledok taşlarını (beyaz ok başı) maskeleyebilir. (c) 3B-MRKP'de durağan sıvıların üst üste binmesi duktal anatomiyi değerlendirmeyi kısıtlayabilir. (d) Akım artefaktı (beyaz ok başı) taş/dolum defekti izlenimi oluşturabilir. (e-h) İntraduktal gaz (beyaz ok başları) dolum defekti yaparak taş ile karışabilir. Depandan olmayan yerleşim (siyah ok), iç-faz görüntülerde blooming (siyah ok başları) ve seviyelenme (beyaz ok) gaz lehine tipiktir. (i) Vasküler impresyon/pulsasyon artefaktına bağlı yalancı darlık (siyah ok başı) izlenebilir. (i) Solunum hareketine bağlı artefaktlar özellikle 3B-MRKP'nin değerlendirilmesini belirgin şekilde güçleştirir. (j, k) Kolesistektomiye bağlı metalik klipsler ortak hepatik kanal düzeyinde psödostriktür görünümü (siyah ok başı) oluşturabilir; aksiyel T1a iç-faz görüntülerde blooming artefaktı (siyah ok) ile doğrulanabilir.

Tablo 4. MRKP ile ilişkili tanısal yanılığa yol açan tuzak ve limitasyonlar

Tuzak veya artefakt	Nedeni	Klinik önemi	İpuçları ve çözüm
Kısmi hacim etkisi ve MIP artefaktları	Kalın kesit 2B görüntülerde veya MIP reformatlarda kısmi hacim etkisi	Küçük taşların veya hafif darlıkların atlanması, hatalı "normal" raporlama	İnce kesit kaynak görüntüler mutlaka incelenmelidir.
Solunum hareketi	Düzensiz diyafram hareketi nedeniyle solunum tetiklemeli 3B sekanslarda yetersiz senkronizasyon	<i>Misregistration</i> sonucu safra kanallarında darlık, dilatasyon, kesinti veya duplikasyon görünümü	Görüntü genelinde hareket artefaktı aranmalı, hastaya nefes koçluğu yapılmalı veya hızlı teknikler (CS, GRASE, DLR) tercih edilmelidir.
Anatomik varyantlar	Uzun sistik kanalın CBD'ye paralel seyri	Dilate koledok ile karıştırılarak gereksiz ileri tetkik istenmesi	Kaynak görüntüler çok düzlemli olarak değerlendirilmelidir; varyant anatomi olasılığı akılda tutulmalıdır.
Yalancı taşlar	Debri, çamur, hemoraji, kitle veya kast yapıları	T2A sekanslarda sinyal kaybı yaratarak taşı taklit etmesi	T1A sekanslar mutlaka kontrol edilmelidir; hemoraji ve proteinöz içerik genellikle T1 hiperintens, taşlar ise çoğunlukla T1 hipointens izlenir. Bulgular klinik öykü ve diğer sekanslarla birlikte değerlendirilmelidir.
	Pnömobili	Taş benzeri sinyalsiz alanlar nedeniyle koledokolitiazis ile karışması	Aksiyel kesitlerde lezyonun yerleşimi dikkatle değerlendirilmelidir; gaz genellikle dependan olmayan, taş ise dependan veya santral yerleşim gösterir. Girişim öyküsü (sfinkterotomi, ERKP) sorgulanmalı ve faz içi görüntülerde blooming artefaktı araştırılmalıdır.
	Oddi sfinkterinin kontraksiyonu	Distal koledokta ani "menisküs" benzeri sonlanmanın yalancı taş görünümüne yol açması	Gerekirse antispazmodik kullanılmalı, Gd-EOB-DTPA ile fonksiyonel değerlendirme veya 2B dinamik görüntüleme yapılmalı; kuşkulu durumlarda sekans tekrarlanmalıdır.
	Akıma bağlı sinyal kaybı (<i>flow void</i>)	CBD merkezindeki hızlı ve türbülant akıma bağlı sinyal kaybının yalancı taş görünümü oluşturması	Diğer sekanslar ile korelasyon önerilir: dengeli SSFP (FIESTA/TRUFI) sekanslarda akım artefaktı izlenmez, hızlı SSFSE/HASTE görüntülerde genellikle kaybolur.
Vasküler pulsasyon veya çaprazlayan damar artefaktı	Ekstrahepatik safra kanallarına yakın seyreden RHA veya GDA'nın pulsasyonuna bağlı sinyal kaybı	Kısa segment darlık veya dolum defektini taklit etmesi	Gerekirse antispazmodik kullanılmalı, Gd-EOB-DTPA ile fonksiyonel değerlendirme veya 2B dinamik görüntüleme yapılmalı; kuşkulu durumlarda sekans tekrarlanmalıdır.
Manyetik duyarlılık artefaktı	Metalik klips, stent, pnömobili veya bağırsak gazı	Belirgin sinyal kaybı ile darlık veya taşı taklit etmesi (özellikle GRE sekanslarında)	Cerrahi ve girişimsel öykü mutlaka sorgulanmalı; diğer modalitelerle (BT/direkt grafi) korelasyon yapılmalı, faz içi veya b=0 DAG görüntülerde blooming artefaktı araştırılmalı ve mümkünse SE sekansları kullanılmalıdır.
Kontrast madde etkileşimi	Gd-bazlı kontrastın safra yoluyla atılımı veya iyotlu kontrast kalıntısı	T2 süresinin kısalması nedeniyle intraduktal yalancı dolum kusuru	T2A MRKP sekansları kontrast enjeksiyonundan önce elde edilmelidir.
Duodenal divertikül	Periampüller yerleşimli divertikül içeriği (sıvı, gaz, debri)	Safra kesesi veya pankreasın kistik lezyonlarını taklit etmesi	Karakteristik anatomik yerleşim, hava-sıvı seviyesi varlığı dikkatle değerlendirilmelidir. Gerekirse negatif oral kontrast ajanlar kullanılmalı ve önceki BT incelemeleri ile karşılaştırma yapılmalıdır.
Sınırlılık: ekstraduktal durağan sıvılar	Mide/duodenum içeriği, kistik yapılar veya asit	Kalın kesit ve MIP görüntülerde safra yollarıyla çakışarak anatomiyi gizlemesi	Mide ve duodenum sıvısını baskılamak için negatif oral kontrast kullanılmalı; ince kesit görüntüler ayrıca değerlendirilmelidir.
Sınırlılık: mikrolityazis	MRKP'nin uzaysal çözünürlük sınırı (özellikle <3 mm taşlar)	Küçük taşların saptanamaması	Klinik şüphe devam ediyorsa mikrolityazis için altın standart olan EUS ile ileri değerlendirme yapılmalıdır.
Sınırlılık: distal koledok ve ampulla	Gaz, peristaltizm ve düşük sıvı içeriği	Distal taş veya striktürün gözden kaçması	Antispazmodik ve/veya negatif oral kontrast kullanımı düşünülmeli; ince kesit kaynak görüntüler dikkatle incelenmeli ve gerekli olgularda ERKP veya EUS ile tamamlayıcı değerlendirme yapılmalıdır.
Sınırlılık: intrahepatik periferik kanallar	MRKP'nin uzaysal çözünürlük sınırı	Sklerozan kolanjit gibi ince kanal patolojilerinde tanısal duyarlılığın düşmesi	Mümkünse yüksek manyetik alan gücü (3T) ve hızlandırılmış 3B MRKP teknikleri kullanılmalıdır; klinik şüphenin yüksek olduğu olgularda ERKP ile korelasyon yapılmalıdır.

2B/3B, iki boyutlu / üç boyutlu; CBD, ortak safra kanalı; CS, sıkıştırılmış algılama; DAG, diffüzyon ağırlıklı görüntüleme; DLR, derin öğrenme tabanlı görüntü rekonstrüksiyonu; EUS, endoskopik ultrasonografi; ERKP, endoskopik retrograd kolanjiyopankreatografi; FIESTA/TRUFI, dengeli *steady-state free-precession* sekansları (GE: FIESTA; Siemens: TrueFISP/TRUFI); Gd-EOB-DTPA, gadoksetik asit; GRASE, gradient and spin echo görüntüleme sekansı; HASTE / SSFSE, single-shot turbo spin eko T2 ağırlıklı hızlı sekanslar (Siemens: HASTE; GE: SSFSE); MIP, maksimum intensite projeksiyonu; MRKP, manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi; RHA, sağ hepatik arter; GDA, gastroduodenal arter; BT, bilgisayarlı tomografi.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Becker CD, Grossholz M, Mentha G, de Peyer R, Terrier F. MR cholangiopancreatography: technique, potential indications, and diagnostic features of benign, postoperative, and malignant conditions. *Eur Radiol.* 1997; 7: 865-74. [\[CrossRef\]](#)
2. Griffin N, Charles-Edwards G, Grant LA. Magnetic resonance cholangiopancreatography: the ABC of MRCP. *Insights Imaging.* 2012; 3: 11-21. [\[CrossRef\]](#)
3. 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.* 2000; 20: 939-57; quiz 1107-8, 12. [\[CrossRef\]](#)
4. Bishay K, Meng ZW, Khan R, Gupta M, Ruan Y, Vaska M, et al. Adverse events associated with endoscopic retrograde cholangiopancreatography: systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology.* 2025; 168: 568-86. [\[CrossRef\]](#)
5. Vidal BPC, Lahan-Martins D, Penachim TJ, Rodstein MAM, Cardia PP, Prando A. MR cholangiopancreatography: what every radiology resident must know. *Radiographics.* 2020; 40: 1263-64. [\[CrossRef\]](#)
6. Ippolito D, Maino C, Arrivé L, Ba-Salamah A, Cannella R, Furlan A, et al. ESGAR consensus statement on MR imaging in primary sclerosing cholangitis. *Eur Radiol.* 2025; 35: 6495-506. [\[CrossRef\]](#)
7. Manes G, Paspatis G, Aabakken L, Anderloni A, Arvanitakis M, Ah-Soune P, et al. Endoscopic management of common bile duct stones: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline. *Endoscopy.* 2019; 51: 472-91. [\[CrossRef\]](#)
8. Guo X, Fan Q, Guo Y, Li X, Hu J, Wang Z, et al. Clinical study on the necessity and feasibility of routine MRCP in patients with cholecystolithiasis before LC. *BMC Gastroenterol.* 2024; 24: 28. [\[CrossRef\]](#)
9. Hecht EM, Wang ZJ, Kambadakone A, Griesemer AD, Fowler KJ, Heimbach JK, et al. Living donor liver transplantation: preoperative planning and postoperative complications. *AJR Am J Roentgenol.* 2019; 213: 65-76. [\[CrossRef\]](#)
10. Testa G, Nadalin S, Klair T, Florman S, Balci D, Frola C, et al. Optimal surgical workup to ensure safe recovery of the donor after living liver donation - a systematic review of the literature and expert panel recommendations. *Clin Transplant.* 2022; 36: e14641. [\[CrossRef\]](#)
11. Kaltenthaler EC, Walters SJ, Chilcott J, Blakeborough A, Vergel YB, Thomas S. MRCP compared to diagnostic ERCP for diagnosis when biliary obstruction is suspected: a systematic review. *BMC Med Imaging.* 2006; 6: 9. [\[CrossRef\]](#)
12. Romagnuolo J, Bardou M, Rahme E, Joseph L, Reinhold C, Barkun AN. Magnetic resonance cholangiopancreatography: a meta-analysis of test performance in suspected biliary disease. *Ann Intern Med.* 2003; 139: 547-57. [\[CrossRef\]](#)
13. Dave M, Elmunzer BJ, Dwamena BA, Higgins PD. Primary sclerosing cholangitis: meta-analysis of diagnostic performance of MR cholangiopancreatography. *Radiology.* 2010; 256: 387-96. [\[CrossRef\]](#)
14. Schindera ST, Merkle EM. MR cholangiopancreatography: 1.5T versus 3T. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2007; 15: 355-64. [\[CrossRef\]](#)
15. Isoda H, Kataoka M, Maetani Y, Kido A, Umeoka S, Tamai K, et al. MRCP imaging at 3.0 T vs. 1.5 T: preliminary experience in healthy volunteers. *J Magn Reson Imaging.* 2007; 25: 1000-6. [\[CrossRef\]](#)
16. Arizono S, Isoda H, Maetani YS, Hirokawa Y, Shimada K, Nakamoto Y, et al. High spatial resolution 3D MR cholangiography with high sampling efficiency technique (SPACE): comparison of 3T vs. 1.5T. *Eur J Radiol.* 2010; 73: 114-8. [\[CrossRef\]](#)
17. Almehdar A, Chavhan GB. MR cholangiopancreatography at 3.0 T in children: diagnostic quality and ability in assessment of common paediatric pancreatobiliary pathology. *Br J Radiol.* 2013; 86: 20130036. [\[CrossRef\]](#)
18. Patel HT, Shah AJ, Khandelwal SR, Patel HF, Patel MD. MR cholangiopancreatography at 3.0 T. *Radiographics.* 2009; 29: 1689-706. [\[CrossRef\]](#)
19. Welle CL, Miller FH, Yeh BM. Advances in MR imaging of the biliary tract. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2020; 28: 341-52. [\[CrossRef\]](#)
20. Glenn A, Trout AT, Kocaoglu M, Ata NA, Crotty EJ, Tkach JA, et al. Patient- and examination-related predictors of 3D MRCP image quality in children. *AJR Am J Roentgenol.* 2022; 218: 910-6. [\[CrossRef\]](#)
21. Tirkes T, Sandrasegaran K, Sanyal R, Sherman S, Schmidt CM, Cote GA, et al. Secretin-enhanced MR cholangiopancreatography: spectrum of findings. *Radiographics.* 2013; 33: 1889-906. [\[CrossRef\]](#)
22. Frisch A, Walter TC, Hamm B, Denecke T. Efficacy of oral contrast agents for upper gastrointestinal signal suppression in MRCP: a systematic review of the literature. *Acta Radiol Open.* 2017; 6: 2058460117727315. [\[CrossRef\]](#)
23. Ozturkmen Akay H, Karadeniz Bilgili MY. Pankreas MR görüntüleme çekim protokolleri. *Trd Sem.* 2019; 7: 111-28. [\[CrossRef\]](#)
24. Guibaud L, Bret PM, Reinhold C, Atri M, Barkun AN. Bile duct obstruction and choledocholithiasis: diagnosis with MR cholangiography. *Radiology.* 1995; 197: 109-15. [\[CrossRef\]](#)
25. Tan CK, Wong MK, Khan KS. Unveiling hidden diagnoses: the prevalence and clinical impact of extra-biliary findings on magnetic resonance cholangiopancreatography. *Cureus.* 2025; 17: e92236. [\[CrossRef\]](#)
26. Yoo RE, Lee JM, Yoon JH, Kim JH, Han JK, Choi BI. Differential diagnosis of benign and malignant distal biliary strictures: value of adding diffusion-weighted imaging to conventional magnetic resonance cholangiopancreatography. *J Magn Reson Imaging.* 2014; 39: 1509-17. [\[CrossRef\]](#)
27. Sohns JM, Staab W, Dabir D, Spiro JE, Bergau L, Schwarz A, et al. Current role and future potential of magnetic resonance cholangiopancreatography with an emphasis on incidental findings. *Clin Imaging.* 2014; 38: 35-41. [\[CrossRef\]](#)
28. Canellas R, Rosenkrantz AB, Taouli B, Sala E, Saini S, Pedrosa I, et al. Abbreviated MRI protocols for the abdomen. *Radiographics.* 2019; 39: 744-58. [\[CrossRef\]](#)
29. Tso DK, Almeida RR, Prabhakar AM, Singh AK, Raja AS, Flores EJ. Accuracy and timeliness of an abbreviated emergency department MRCP protocol for choledocholithiasis. *Emerg Radiol.* 2019; 26: 427-32. [\[CrossRef\]](#)
30. Malekzadeh S, Cannella R, Fournier I, Hiroz P, Mottet C, Constantin C, et al. The diagnostic value of abbreviated MRI protocol in the surveillance of Branch-Duct intraductal papillary mucinous neoplasm. *Eur J Radiol.* 2024; 175: 111455. [\[CrossRef\]](#)
31. Prabhakar PD, Prabhakar AM, Prabhakar HB, Sahani D. Magnetic resonance cholangiopancreatography of benign disorders of the biliary system. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2010; 18: 497-514, xi. [\[CrossRef\]](#)
32. Sodickson A, Mortelet KJ, Barish MA, Zou KH, Thibodeau S, Tempny CM. Three-dimensional fast-recovery fast spin-echo MRCP: comparison with two-dimensional single-shot fast spin-echo techniques. *Radiology.* 2006; 238: 549-59. [\[CrossRef\]](#)
33. Yoen H, Lee JM, Lee SM, Kang HJ, Bae JS, Kim E, et al. Comparisons between image quality and diagnostic performance of 2D- and breath-hold 3D magnetic resonance cholangiopancreatography at 3T. *Eur Radiol.* 2021; 31: 8399-407. [\[CrossRef\]](#)

34. Xue H, He M, Liu Z, Zhao X, Chen M, Jin Z. Chinese expert recommendation of scanning protocol and clinical application of magnetic resonance cholangiopancreatography. *Chin J Acad Radiol.* 2022; 6: 1-6. [\[CrossRef\]](#)
35. Morita S, Ueno E, Masukawa A, Suzuki K, Machida H, Fujimura M, et al. Comparison of SPACE and 3D TSE MRCP at 1.5T focusing on difference in echo spacing. *Magn Reson Med Sci.* 2009; 8: 101-5. [\[CrossRef\]](#)
36. Morita S, Ueno E, Suzuki K, Machida H, Fujimura M, Kojima S, et al. Navigator-triggered prospective acquisition correction (PACE) technique vs. conventional respiratory-triggered technique for free-breathing 3D MRCP: an initial prospective comparative study using healthy volunteers. *J Magn Reson Imaging.* 2008; 28: 673-7. [\[CrossRef\]](#)
37. Nam JG, Lee JM, Kang HJ, Lee SM, Kim E, Peeters JM, et al. GRASE revisited: breath-hold three-dimensional (3D) magnetic resonance cholangiopancreatography using a Gradient and Spin Echo (GRASE) technique at 3T. *Eur Radiol.* 2018; 28: 3721-8. [\[CrossRef\]](#)
38. Zhu L, Xue H, Sun Z, Qian T, Weiland E, Kuehn B, et al. Modified breath-hold compressed-sensing 3D MR cholangiopancreatography with a small field-of-view and high resolution acquisition: clinical feasibility in biliary and pancreatic disorders. *J Magn Reson Imaging.* 2018; 48: 1389-99. [\[CrossRef\]](#)
39. Mannes I, Dallongeville A, Badat N, Beaussier H, Chatellier G, Zins M. Breath-hold compressed-sensing 3D MR cholangiopancreatography compared to free-breathing 3D MR cholangiopancreatography: prospective study of image quality and diagnostic performance in pancreatic disorders. *Abdom Radiol (NY).* 2020; 45: 1082-91. [\[CrossRef\]](#)
40. Chen Z, Xue Y, Wu Y, Duan Q, Zheng E, He Y, et al. Feasibility of 3D breath-hold MR cholangiopancreatography with a spatially selective radiofrequency excitation pulse: prospective comparison with parallel imaging technique and compressed sensing method. *Acad Radiol.* 2022; 29: e289-95. [\[CrossRef\]](#)
41. Brendel JM, Dehdab R, Herrmann J, Ursprung S, Werner S, Almansour H, et al. Deep learning reconstruction for accelerated 3-D magnetic resonance cholangiopancreatography. *Radiol Med.* 2025; 130: 714-22. [\[CrossRef\]](#)
42. Kim J, Nickel MD, Knoll F. Deep learning-based accelerated MR cholangiopancreatography without fully-sampled data. *NMR Biomed.* 2025; 38: e70002. [\[CrossRef\]](#)
43. Kim B, Park SH, Choi MH. Fast MRI techniques of the liver and pancreaticobiliary tract: overview and application. *J Korean Soc Radiol.* 2025; 86: 307-20. [\[CrossRef\]](#)
44. Tajima T, Akai H, Sugawara H, Yasaka K, Kunimatsu A, Yoshioka N, et al. Breath-hold 3D magnetic resonance cholangiopancreatography at 1.5 T using a deep learning-based noise-reduction approach: comparison with the conventional respiratory-triggered technique. *Eur J Radiol.* 2021; 144: 109994. [\[CrossRef\]](#)
45. Chevallier O, Escande H, Ambarki K, Weiland E, Kuehn B, Guillen K, et al. Single-breath-hold MRI-SPACE cholangiopancreatography with compressed sensing versus conventional respiratory-triggered MRI-SPACE cholangiopancreatography at 3Tesla: comparison of image quality and diagnostic confidence. *Diagnostics (Basel).* 2021; 11: 1886. [\[CrossRef\]](#)
46. Yoon JH, Lee SM, Kang HJ, et al. Clinical feasibility of 3-dimensional magnetic resonance cholangiopancreatography using compressed sensing: comparison of image quality and diagnostic performance. *Invest Radiol.* 2017; 52: 612-9. [\[CrossRef\]](#)
47. Jang W, Song JS, Kim SH, Yang JD. Comparison of compressed sensing and gradient and spin-echo in breath-hold 3D MR cholangiopancreatography: qualitative and quantitative analysis. *Diagnostics (Basel).* 2021; 11: 634. [\[CrossRef\]](#)
48. Choi BI, Lee JM. Magnetic resonance cholangiopancreatography. In: Kamel IR, Merkle EM, editors. *Body MR Imaging at 3 Tesla.* 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2011. p. 123-33. [\[CrossRef\]](#)
49. Zins M. Breath-holding 3D MRCP: the time is now? *Eur Radiol.* 2018; 28: 3719-20. [\[CrossRef\]](#)
50. Arrivé L, Hodoul M, Arbache A, Slavikova-Boucher L, Menu Y, El Mouhadi S. Magnetic resonance cholangiography: current and future perspectives. *Clin Res Hepatol Gastroenterol.* 2015; 39: 659-64. [\[CrossRef\]](#)
51. Yeh BM, Liu PS, Soto JA, Corvera CA, Hussain HK. MR imaging and CT of the biliary tract. *Radiographics.* 2009; 29: 1669-88. [\[CrossRef\]](#)
52. Seale MK, Catalano OA, Saini S, Hahn PF, Sahani DV. Hepatobiliary-specific MR contrast agents: role in imaging the liver and biliary tree. *Radiographics.* 2009; 29: 1725-48. [\[CrossRef\]](#)
53. Gupta RT, Brady CM, Lotz J, Boll DT, Merkle EM. Dynamic MR imaging of the biliary system using hepatocyte-specific contrast agents. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 195: 405-13. [\[CrossRef\]](#)
54. Lee NK, Kim S, Lee JW, Lee SH, Kang DH, Kim GH, et al. Biliary MR imaging with Gd-EOB-DTPA and its clinical applications. *Radiographics.* 2009; 29: 1707-24. [\[CrossRef\]](#)
55. Santosh D, Goel A, Birchall IW, Kumar A, Lee KH, Patel VH, Low G. Evaluation of biliary ductal anatomy in potential living liver donors: comparison between MRCP and Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI. *Abdom Radiol (NY).* 2017; 42: 2428-35. [\[CrossRef\]](#)
56. Krishnan P, Gupta RT, Boll DT, Brady CM, Husarik DB, Merkle EM. Functional evaluation of cystic duct patency with Gd-EOB-DTPA MR imaging: an alternative to hepatobiliary scintigraphy for diagnosis of acute cholecystitis? *Abdom Imaging.* 2012; 37: 457-64. [\[CrossRef\]](#)
57. Akpınar E, Turkbey B, Karcaaltincaba M, Ballı O, Akkapulu N, Balas S, et al. Initial experience on utility of gadobenate dimeglumine (Gd-BOPTA) enhanced T1-weighted MR cholangiography in diagnosis of acute cholecystitis. *J Magn Reson Imaging.* 2009; 30: 578-85. [\[CrossRef\]](#)
58. Itani M, Lalwani N, Anderson MA, Arif-Tiwari H, Paspulati RM, Shetty AS. Magnetic resonance cholangiopancreatography: pitfalls in interpretation. *Abdom Radiol (NY).* 2023; 48: 91-105. [\[CrossRef\]](#)
59. Griffin N, Yu D, Alexander Grant L. Magnetic resonance cholangiopancreatography: pearls, pitfalls, and pathology. *Semin Ultrasound CT MR.* 2013; 34: 32-43. [\[CrossRef\]](#)
60. Kim SY, Park SH, Wu EH, Wang ZJ, Hope TA, Chang WC, et al. Transient respiratory motion artifact during arterial phase MRI with gadoxetate disodium: risk factor analyses. *AJR Am J Roentgenol.* 2015; 204: 1220-7. [\[CrossRef\]](#)
61. Sundaram KM, Morgan MA, Itani M, Thompson W. Imaging of benign biliary pathologies. *Abdom Radiol (NY).* 2023; 48: 106-26. [\[CrossRef\]](#)
62. Anderson SW, Lucey BC, Varghese JC, Soto JA. Accuracy of MDCT in the diagnosis of choledocholithiasis. *AJR Am J Roentgenol.* 2006; 187: 174-80. [\[CrossRef\]](#)
63. Anderson SW, Rho E, Soto JA. Detection of biliary duct narrowing and choledocholithiasis: accuracy of portal venous phase multidetector CT. *Radiology.* 2008; 247: 418-27. [\[CrossRef\]](#)
64. Uyeda JW, Richardson IJ, Sodickson AD. Making the invisible visible: improving conspicuity of noncalcified gallstones using dual-energy CT. *Abdom Radiol (NY).* 2017; 42: 2933-9. [\[CrossRef\]](#)
65. Afzalpurkar S, Giri S, Kasturi S, Ingawale S, Sundaram S. Magnetic resonance cholangiopancreatography versus endoscopic ultrasound for diagnosis of choledocholithiasis: an updated systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc.* 2023; 37: 2566-73. [\[CrossRef\]](#)
66. Kondo S, Isayama H, Akahane M, Toda N, Sasahira N, Nakai Y, et al. Detection of common bile duct stones: comparison between endoscopic ultrasonography, magnetic resonance cholangiography, and helical-computed-tomographic cholangiography. *Eur J Radiol.* 2005; 54: 271-5. [\[CrossRef\]](#)
67. Lopes Vendrami C, Thorson DL, Borhani AA, Mittal PK, Hammond NA, Escobar DJ, et al. Imaging of biliary tree abnormalities. *Radiographics.* 2024; 44: e230174. [\[CrossRef\]](#)

68. Katabathina VS, Dasyam AK, Dasyam N, Hosseinzadeh K. Adult bile duct strictures: role of MR imaging and MR cholangiopancreatography in characterization. *Radiographics*. 2014; 34: 565-86. [CrossRef]
69. Park MS, Kim TK, Kim KW, Park SW, Lee JK, Kim JS, et al. Differentiation of extrahepatic bile duct cholangiocarcinoma from benign stricture: findings at MRCP versus ERCP. *Radiology*. 2004; 233: 234-40. [CrossRef]
70. Suthar M, Purohit S, Bhargav V, Goyal P. Role of MRCP in differentiation of benign and malignant causes of biliary obstruction. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9: TC08-12. [CrossRef]
71. Wang GX, Ge XD, Zhang D, Chen HL, Zhang QC, Wen L. MRCP combined with CT promotes the differentiation of benign and malignant distal bile duct strictures. *Front Oncol*. 2021; 11: 683869. [CrossRef]
72. Allard R, Smith C, Zhong J, Sheridan M, Guthrie A, Albazaz R. Imaging post liver transplantation part II: biliary complications. *Clin Radiol*. 2020; 75: 854-63. [CrossRef]
73. Ryu CH, Lee SK. Biliary strictures after liver transplantation. *Gut Liver*. 2011; 5: 133-42. [CrossRef]
74. Abdallah AA, Krige JE, Bornman PC. Biliary tract obstruction in chronic pancreatitis. *HPB (Oxford)*. 2007; 9: 421-8. [CrossRef]
75. Yam BL, Siegelman ES. MR imaging of the biliary system. *Radiol Clin North Am*. 2014; 52: 725-55. [CrossRef]
76. Venkatesh SK, Welle CL, Miller FH, Jhaveri K, Ringe KI, Eaton JE, et al. Reporting standards for primary sclerosing cholangitis using MRI and MR cholangiopancreatography: guidelines from MR Working Group of the International Primary Sclerosing Cholangitis Study Group. *Eur Radiol*. 2022; 32: 923-37. [CrossRef]
77. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on sclerosing cholangitis. *J Hepatol*. 2022; 77: 761-806. [CrossRef]
78. Weismüller TJ, Trivedi PJ, Bergquist A, et al. Patient age, sex, and inflammatory bowel disease phenotype associate with course of primary sclerosing cholangitis. *Gastroenterology*. 2017; 152: 1975-84.e8. [CrossRef]
79. Ito K, Mitchell DG, Outwater EK, Blasbalg R. Primary sclerosing cholangitis: MR imaging features. *AJR Am J Roentgenol*. 1999; 172: 1527-33. [CrossRef]
80. Morgan MA, Khot R, Sundaram KM, Ludwig DR, Nair RT, Mittal PK, et al. Primary sclerosing cholangitis: review for radiologists. *Abdom Radiol (NY)*. 2023; 48: 136-50. [CrossRef]
81. Madhusudhan KS, Das P, Gunjan D, Srivastava DN, Garg PK. IgG4-related sclerosing cholangitis: a clinical and imaging review. *AJR Am J Roentgenol*. 2019; 213: 1221-31. [CrossRef]
82. Zacarias MS, Pira HRFD, de Oliveira RAS, Delmonte LF, Velloni FG, D'Ippolito G. Non-neoplastic cholangiopathies: an algorithmic approach. *Radiol Bras*. 2020; 53: 262-72. [CrossRef]
83. Martínez-de-Alegría A, Baleato-González S, García-Figueiras R, Bermúdez-Naveira A, Abdulkader-Nallib I, Díaz-Peromingo JA, et al. IgG4-related disease from head to toe. *Radiographics*. 2015; 35: 2007-25. [CrossRef]
84. Besa C, Cruz JP, Huete A, Cruz F. Portal biliopathy: a multitechnique imaging approach. *Abdom Imaging*. 2012; 37: 83-90. [CrossRef]
85. Onoyama T, Takeda Y, Yamashita T, Hamamoto W, Sakamoto Y, Koda H, et al. Programmed cell death-1 inhibitor-related sclerosing cholangitis: a systematic review. *World J Gastroenterol*. 2020; 26: 353-65. [CrossRef]
86. Ludwig DR, Anderson MA, Itani M, Sharbidre KG, Lalwani N, Paspulati RM. Secondary sclerosing cholangitis: mimics of primary sclerosing cholangitis. *Abdom Radiol (NY)*. 2023; 48: 151-65. [CrossRef]
87. Shroff GS, Strange CD, Ahuja J, Altan M, Sheshadri A, Unlu E, et al. Imaging of immune checkpoint inhibitor immunotherapy for non-small cell lung cancer. *Radiographics*. 2022; 42: 1956-74. [CrossRef]
88. O'Brien C, Malik M, Jhaveri K. MR imaging in primary sclerosing cholangitis and other cholangitis. *Radiol Clin North Am*. 2022; 60: 843-56. [CrossRef]
89. Chung YE, Kim MJ, Park YN, Choi JY, Pyo JY, Kim YC, et al. Varying appearances of cholangiocarcinoma: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*. 2009; 29: 683-700. [CrossRef]
90. Joo I, Lee JM, Yoon JH. Imaging diagnosis of intrahepatic and perihilar cholangiocarcinoma: recent advances and challenges. *Radiology*. 2018; 288: 7-13. [CrossRef]
91. Bismuth H, Corlette MB. Intrahepatic cholangioenteric anastomosis in carcinoma of the hilus of the liver. *Surg Gynecol Obstet*. 1975; 140: 170-8. [CrossRef]
92. Jarnagin WR, Fong Y, DeMatteo RP, Gonen M, Burke EC, Bodniewicz BS J, et al. Staging, resectability, and outcome in 225 patients with hilar cholangiocarcinoma. *Ann Surg*. 2001; 234: 507-17; discussion 517-9. [CrossRef]
93. Sahani DV, Shah ZK, Catalano OA, Boland GW, Brugge WR. Radiology of pancreatic adenocarcinoma: current status of imaging. *J Gastroenterol Hepatol*. 2008; 23: 23-33. [CrossRef]
94. Jha P, Yeh BM, Zagoria R, Collisson E, Wang ZJ. The role of MR imaging in pancreatic cancer. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2018; 26: 363-73. [CrossRef]
95. Chen FM, Ni JM, Zhang ZY, Zhang L, Li B, Jiang CJ. Presurgical evaluation of pancreatic cancer: a comprehensive imaging comparison of CT versus MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2016; 206: 526-35. [CrossRef]
96. Treadwell JR, Zafar HM, Mitchell MD, Tipton K, Teitelbaum U, Jue J. Imaging tests for the diagnosis and staging of pancreatic adenocarcinoma: a meta-analysis. *Pancreas*. 2016; 45: 789-95. [CrossRef]
97. Sahni VA, Mortelet KJ. Magnetic resonance cholangiopancreatography: current use and future applications. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2008; 6: 967-77. [CrossRef]
98. Kim JH, Kim MJ, Chung JJ, Lee WJ, Yoo HS, Lee JT. Differential diagnosis of periampullary carcinomas at MR imaging. *Radiographics*. 2002; 22: 1335-52. [CrossRef]
99. Liu J, Huang M, Ren Y, Xu M, Zhu J, Li Y, et al. Added value of zoomed-echo-planar imaging diffusion-weighted imaging for evaluation of periampullary carcinomas. *Abdom Radiol (NY)*. 2023; 48: 3079-90. [CrossRef]
100. Menias CO, Surabhi VR, Prasad SR, Wang HL, Narra VR, Chintapalli KN. Mimics of cholangiocarcinoma: spectrum of disease. *Radiographics*. 2008; 28: 1115-29. [CrossRef]
101. Pedrosa I, Saíz A, Arrazola J, Ferreirós J, Pedrosa CS. Hydatid disease: radiologic and pathologic features and complications. *Radiographics*. 2000; 20: 795-817. [CrossRef]
102. Erden A, Ormeci N, Fitoz S, Erden I, Tanju S, Genç Y. Intrabiliary rupture of hepatic hydatid cysts: diagnostic accuracy of MR cholangiopancreatography. *AJR Am J Roentgenol*. 2007; 189: W84-9. [CrossRef]

1. Ekstrahepatik portal ven trombozu öyküsü bulunan 50 yaşında erkek hastada sarılık ve tekrarlayan kolanjit atakları gelişmiştir. MRKP'de proksimal koledokta darlık ve ekstrahepatik safra kanallarında dalgalı kontur izlenmektedir. Kontrastlı incelemede porta hepatis düzeyinde tortiyöz vasküler yapılar mevcuttur.

Bu bulgularla en olası tanı aşağıdakilerden hangisidir?

- Primer sklerozan kolanjit
- İskemik kolanjiyopati
- Portal biliyopati (portal kolanjiyopati)
- IgG4-ilişkili sklerozan kolanjit
- Rekürren piyojenik kolanjit

2. Kısaltılmış MRKP (a-MRKP) protokolü ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- Çekim süresi yaklaşık 30-45 dakikadır ve tam protokole göre daha kapsamlı değerlendirme sağlar.
- Tüm biliyer patolojilerde tam protokolün yerini alabilecek standart bir yaklaşımdır.
- Akut obstrüksiyon triyajı, düşük riskli kistik lezyon sürveyansı ve solunum kooperasyonu kısıtlı hastalarda uygun bir alternatiftir.
- Malignite şüphesi yüksek olgularda birincil protokol olarak tercih edilmelidir.
- Intravenöz kontrast madde kullanımı zorunludur.

3. I. Multifokal, kısa segment darlıkların normal veya hafif dilate segmentlerle ardışık dizilimi (boncuk dizisi görünümü)

II. Enflamatuvar bağırsak hastalığı (özellikle ülseratif kolit) birlikteliği

III. Periferik kanal obliterasyonuna bağlı "budanmış ağaç" görünümü

IV. Uzun segment izole ekstrahepatik safra kanalı tutulumu

V. Otoimmün pankreatit birlikteliği

Yukarıdakilerden hangileri primer sklerozan kolanjit (PSK) için tipik bulgulardır?

- I ve II
- I, II ve III
- II, III ve V
- III, IV ve V
- I, II, III ve IV

4. MRKP kaynak görüntülerinde distal koledok düzeyinde sinyalsiz bir alan izleniyor. Radyolog taş ile intraduktal gazı ayırt etmeye çalışıyor.

Aşağıdakilerden hangisi bu görünümün taşa değil, intraduktal gaza ait olduğunu en güçlü şekilde destekler?

- T2 ağırlıklı sekanslarda belirgin hipointens izlenmesi
- Lezyon çevresinde "target sign" görünümü
- Aksiyel planda non-dependan yerleşim ve iç-faz görüntülerde "blooming" artefaktı
- Koledok lümeni içinde santral yerleşim ve T1A sekanslarda hiperintensite
- Farklı pozisyonlarda lokalizasyonunun değişmemesi

5. Kırk beş yaşında kadın hasta, laparoskopik kolesistektomiden 5 gün sonra drenajından yüksek miktarda safra gelmesi nedeniyle değerlendiriliyor.

Aktif safra kaçağı şüphesi olan hastada kaçak varlığını doğrulamak ve kaçağın anatomik lokalizasyonunu non-invazif olarak en doğru şekilde göstermek için en uygun yöntem aşağıdakilerden hangisidir?

- Sekretinli MRKP (s-MRKP)
- Diffüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG)
- Gadoksetik asit kullanılarak 20-90. dakikalarda yapılan fonksiyonel T1A MRKP
- Nefes tutmalı 2B kalın dilimli (*thick-slab*) T2A sekanslar
- Dual-eko (*in-phase/out-of-phase*) T1A sekanslar