TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

REKTUM KANSERLİ HASTALARDA DİFÜZYON AĞIRLIKLI MR GÖRÜNTÜLEMENİN KANTİTATİF DEĞERLENDİRMESİ: FDG - PET BT İLE KORELASYONU

Dr. Hale ÇOLAKOĞLU ER

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Gül Ayşe ERDEN

ANKARA
2013

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı

Tıpta Uzmanlık eğitimi çerçevesinde yürütülmüş olan **"Rektum Kanserli Hastalarda Difüzyon Ağırlıklı MRG görüntülemenin Kantitatif değerlendirilmesi: FDG - PET BT ile korelasyonu"** başlıklı, **Dr. Hale Çolakoğlu Er'e** ait bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Tıpta Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: **05/03/2013**

Prof. Dr. Serdar AKYAR
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Cemil YAĞCI
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı
Üye

Prof. Dr. Gül Ayşe ERDEN
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı
Üye- Tez Danışmanı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Serdar Akyar, Prof. Dr. Umman Sanlıdilek, Prof. Dr. İlhan Erden, Prof. Dr. Sadık Bilgiç, Prof. Dr. Gülden Şahin, Prof. Dr. Cemil Yağcı, Prof. Dr. Çetin Atasoy, Prof. Dr. Suat Fitöz'e,

Tezimin hazırlanması aşamasında ve uzmanlık eğitimim boyunca yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen hocam Prof. Dr. Gül Ayşe ERDEN'e,

Tezime olan önemli katkılalarından dolayı başta Prof. Dr. N. Özlem Küçük olmak üzere A.Ü.T.F. Nükleer Tıp Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Eğitimim boyunca birlikte çalıştığımız ve beraber birçok anıyı paylaştığımız uzmanlarım ve asistan arkadaşlarıma,

Beraber çalıştığımız Radyoloji teknisyenleri, hemşire ve personeline,

Bu günlere ulaşmamda sonsuz katkıları bulunan anne ve babama,

Her zaman en büyük destekçim olan sevgili eşim Uzm. Dr. R. Erdem ER'e,

Moral kaynağım biricik kızım Simge ER'e

En içten teşekkürlerimle

Dr. Hale ÇOLAKOĞLU ER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

KABUL VE ONAY i
ÖNSÖZ i
İÇİNDEKİLER iii
KISALTMALAR DİZİNİ v
TABLOLAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. ANOREKTAL BÖLGE EMBRİYOLOJİSİ 3
2.2. ANOREKTAL BÖLGE ANATOMİSİ 4
2.2.1. Rektumun Komşulukları 8
2.2.2. Rektum ve Canalis Analis'in Arterleri 9
2.2.3. Rektum ve Canalis Analis'in Venöz ve Lenfatik Drenajı 10
2.2.4. Anorektal Bölgenin İnnervasyonu 11
2.3. ANOREKTAL BÖLGE HİSTOLOJİSİ 11
2.4. REKTUM KANSERLERİ 12
2.4.1. Etiyoloji 12
2.4.2. Klinik Belirtiler 14
2.4.3. Tanı 14
2.4.4. Rektum Kanserlerinin Histopatolojisi 15
2.4.4.1. Tümör yerlesim yeri ve makroskopik görünüm 15
2.4.4.2. Histolojik alt tipleri 16
2.4.5. Rektal Kanserlerde Yayılım 17
2.4.6. Evreleme 17
2.4.7. Tanı ve Evrelemede Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri 18

2.4.7.1. Endorektal ultrasonografi 19
2.4.7.2. Bilgisayarlı tomografi 21
2.4.7.3. Manyetik rezonans görüntüleme 21
2.4.7.4. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme 33
2.4.7.4.1. Görünen difüzyon katsayısı (ADC) 36
2.4.7.4.2. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme sekansları 37
2.4.7.4.3. Difüzyon ağırlıklı görüntülemede artefaktlar 39
2.4.7.4.4. Rektum Tümörü ve diğer tümörlerde difüzyon ağırlıklı görüntüleme 42
2.4.7.5. PET BT ve rektum kanserinin evrelemesindeki yeri 44
2.4.8. Tedavi Seçenekleri 47
3. GEREÇ VE YÖNTEM 51
3.1. OLGULAR 51
3.2. HASTA HAZIRLIĞI 51
3.3 TEKNİK 52
3.4. GÖRÜNTÜ ANALİZİ 54
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ 54
4. BULGULAR 55
5. OLGULARDAN ÖRNEKLER 57
6. TARTIŞMA 66
7. SONUÇLAR 71
ÖZET 72
SUMMARY 74
KAYNAKLAR 76

KISALTMALAR DİZİNİ

AG	**:**	Ağırlıklı Görüntü
ADC min	**:**	ADC minimum
APR	**:**	Abdominoperineal Rezeksiyon
AAR	**:**	Aşağı Anterior Rezeksiyon
BT	**:**	Bilgisayarlı Tomografi
ÇAAR	**:**	Çok Aşağı Anterior Rezeksiyon
DAG	**:**	Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme
EPI	**:**	Echo Planar Imaging
ERUS	**:**	Endorektal Ultrasonografi
FOV	**:**	Field of View
ADC	**:**	Apparent Diffusion Coefficient (Görünen Difüzyon Katsayısı)
MRG	**:**	Manyetik Rezonans Görüntüleme
ROI	**:**	Region of Interest
STIR	**:**	Short Tau Inversion Recovery
SUV maks	**:**	Standardize Edilmiş Uptake Değeri maksimum
FDG-PET	**:**	Fluoro Deoksiglikoz Pozitron Emisyon Tomografisi

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1. Kolorektal tümörlerde evreleme sistemi 18

Tablo 2.2. Kolorektal tümörlerin TNM sınıflaması (sadece karsinomlara uygulanır) 18

Tablo 2.3. Rektum kanseri evrelemede TNM Kılavuzları 23

Tablo 3.1. Turbo spin eko T2AG'ler için kullanılan parametreler..... 52

Tablo 3.2. Turbo spin eko kontrastlı T1AG'ler için kullanılan parametreler..... 53

Tablo 3.3. DAG'ler için kullanılan parametreler 53

Tablo 3.4. Tüm vücut PET görüntüleri için kullanılan parametreler 53

Tablo 3.5. BT görüntülerinin elde edilmesinde kullanılan parametreler..... 53

Tablo 4.1. Hastaların yaş, cinsiyet, ADC min ve SUV maks değerleri..... 55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1. Rektumun koronal kesit anotomisi 9
Şekil 2.2. Rektumun lenfatik drenajı 10
Şekil 2.3. Rektum kanseri tümör evrelemesi şematizasyonu 24
Şekil 2.4. T2 tümör 24
Şekil 2.5. T3 tümör 25
Şekil 2.6. Rektum duvarında iki evre T3 tümör görüntüsü 26
Şekil 2.7. Muskularis propria dışındaki invazyon derinliği 26
Şekil 2.8. Pelvisin sagittal görünüşüne ait çizim 27
Şekil 2.9. Tümörün peritoneal refleksiyon ile ilişkisi 28
Şekil 2.10. Koronal T2A MR görüntüsü 29
Şekil 2.11. Sfinkter anatomisi 30
Şekil 2.12. Sagittal T2AG'de ileri evre rektum tümöründe vasküler invazyon görüntüsü 31
Şekil 2.13. Mezorektal lenf nodu tutulumu 32
Şekil 2.14. Pelvik yan duvar lenf nodu tutulumu 32
Şekil 2.15. Stejskal-Tanner gradyent şeması 34
Şekil 2.16. Difüzyona duyarlı gradyentin sabit ve hareketli protonlara etkisi 34
Şekil 2.17. Aksiyel T2A MR ve DAG görüntü 43
Şekil 4.1. ADC min ile SUV maks arasındaki korelasyon 56
Şekil 5.1. Sagittal T2A MR görüntüsü 57
Şekil 5.2. Aksiyel T1A kontrastlı MR görüntüsü 57
Şekil 5.3. DAG ve ADC haritası 58
Şekil 5.4. Aksiyel T2A MR görüntüsü 58
Şekil 5.5. T2A koronal MR görüntüsü 59
Şekil 5.6. Kontrastlı T1A MR görüntüsü 59
Şekil 5.7. DAG ve ADC haritası 59
Şekil 5.8. Aksiyel 18 FDG-PET ve füzyon görüntüsü 60
Şekil 5.9. DAG ve ADC haritası 60

Şekil 5.10. Sagittal T2A ve yağ baskılı aksiyel T2A MR görüntüsü 61
Şekil 5.11. Koronal T2A ve yağ baskılı kontrastlı T1A MR görüntüsü..... 61
Şekil 5.12. Sagittal yağ baskılı kontrastlı T1A MR görüntüsü..... 62
Şekil 5.13. DAG ve ADC haritası 62
Şekil 5.14. Aksiyel T2A ve yağ baskılı kontrastlı T1A MR görüntüsü 63
Şekil 5.15. DAG ve ADC haritası 63
Şekil 5.17. Aksiyel 18 FDG-PET ve füzyon görüntüsü 64
Şekil 5.18. Aksiyel 18 FDG-PET ve füzyon görüntüsü 64
Şekil 5.19. Aksiyel 18 FDG-PET ve füzyon görüntüsü 65
Şekil 5.20. Aksiyel 18 FDG-PET ve füzyon görüntüsü 65

1. GİRİŞ

Rektum kanserleri, kolorektal kanserlerin üçte birini oluşturmaktadır. Rektum kanserinin tedavisinin planlanması aşamasında preoperatif evreleme büyük önem taşımaktadır. Rektum kanseri, önceleri çoğunlukla cerrahi olarak evrelenmekteyken; lokal yayılımı değerlendirmek, uygulanacak operasyon şeklinin seçimi ve preoperatif kemo-radyoterapi uygulama kararı için giderek daha yaygın bir şekilde preoperatif görüntüleme kullanılmaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yüksek yumuşak doku kontrastı ve multiplanar görüntüleme avantajlarına sahiptir. Bu yüzden lokal evrelemede özellikle yararlıdır. Diğer yandan, Fluoro Deoksiglikoz Pozitron Emisyon Tomografisi (FDG PET/BT) görüntüleme rektum kanserli hastalarda uzak metastazları saptamada ve sistemik evrelemede daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme, kısa sürede elde edilebilen, kontrast kullanımına gerek olmayan bir teknik olup ilk olarak inme tespiti ve takibinde beyin görüntülenmesi amacıyla kullanıma girmiştir (1). Echo Planar Imaging (EPI) gibi hızlı MRG sekanslarının geliştirilmesi ile rektum da dahil olmak üzere diğer vücut bölümlerinde de uygulama alanı bulmaya başlanmıştır (2). Ayrıca difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG), iyonize radyasyon kullanımı ve kontrast ajan gerektirmeyen non- invaziv bir MRG tekniğidir ve standart klinik MRG protokolüne kolayca eklenebilir. Apparent Diffusion Coefficient (ADC) değeri, DAG' de elde edilen kantitatif bir parametredir ve abdomen ve pelvisteki solid tümörleri değerlendirmede yararlı olduğu gösterilmiştir (3, 4).

ADC değerinin tümör sellülaritesi (5), tümör agresivitesi (6), tümörün histolojik alt tiplerinin karakterizasyonunda (7) ve kanser tedavisine yanıtı (2, 8, 9) değerlendirmede yararlı bilgiler sağlayabileceği öne sürülmüştür.

FDG PET/BT tümörleri artmış glikoz metabolizmalarına dayanarak görüntülemektedir. PET'deki FDG uptake'i tümör metabolik aktivite seviyesi açısından yararlı bir belirteç olan Standardize Edilmiş Uptake Değeri (SUV) ile ölçülmektedir. Rektum kanserini görüntülemede PET/BT görüntüleme yeni tanı almış veya rekürrens gösteren rektum kanserini saptamada veya evrelemede oldukça önemli bir tekniktir. Ayrıca, PET/BT'nin kalitatif değerlendirmesi rektum kanserli

hastalarda tedaviye cevabın ve prognozun değerlendirilmesinde yararlı bilgi sağlar (10, 11).

Hem DAG, hem de PET/BT; tümörü saptamayı, tümör karakterizasyonunu ve tedaviye cevabın değerlendirilmesini kapsayan çeşitli amaçlarla onkolojik görüntülemede kullanılmaktadır (10, 11, 12). Biz çalışmamızda, histopatolojik olarak rektum kanseri tanısı almış olgularda, kitleden DAG ile elde edilen ADC min değerleri ile 18F-FDG PET/BT görüntülemede elde edilen SUV maks değerlerini karşılaştırarak aralarında korelasyon bulunup bulunmadığını belirlemeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ANOREKTAL BÖLGE EMBRİYOLOJİSİ

Colon transversum'un sol 1/3 kısmından ortasına kadar olan parçası, colon descendens, colon sigmoideum, rectum ve canalis analis'in üst kısmı ile vesica urinaria'nın epiteli ve urethra'nın büyük bir kısmı metenteron'dan türemiştir. Colon descendens'in mezenterinin sol tarafta, karın arka duvarı peritonuna yapışarak kaybolması ile colon descendens retroperitoneal olur. Colon sigmoideum'un mezenteri ise varlığını sürdürür, ancak embriyoda olduğundan daha kısadır.

Metenteron'un son parçası olan cloaca, endoderm ile döşenmiş bir boşluktur ve membrana cloacalis aracılığı ile yüzey ektodermiyle temastadır. Bu membran, cloaca'nın endodermi ile proctodeum'un ektoderminden meydana gelmiştir. Metenteron'un genişlemiş bir parçası olan cloaca'nın ventralinde, bir saccus vitelllinus diverikülü olan allantois yerleşmiştir.

Septum urorectale, cloaca'yı ventral ve dorsal olarak iki parçaya ayırır. Septum urorectale, allantois ile metenteron arasındaki açıda, mezenkimden gelişir. Membrana cloacalis'e doğru gelişen bu bölmenin çıkıntıları vardır. Bu çıkıntılar, cloaca'nın yan duvarlarındaki kıvrımları oluşturur. Bu kıvrımlar birbirlerine doğru ilerleyerek birleşirler; böylece arkada rectum ve canalis analis'in cranial parçası, önde sinüs urogenitalis olmak üzere cloaca iki bölmeye ayrılır. Erişkinde septum urorectale ile membrana cloacalis'in birleşme yerine corpus perineale (centrum perinei) denir. Bu fibromüsküler yapı birçok kasın birleştiği ve tutunduğu yerdir. Ayrıca septum urorectale, kloaka sfinkterini de iki parçaya böler. Arka parça m. sphincter ani externus'u oluşturur; ön parçadan ise m.transversus perinei supeficialis, m. bulbospongiosis ve m. ischiocavernosus gelişir. Bu yapısal özellik tüm bu kasların neden tek bir sinirle (n. pudentalis) innerve edildiğini açıklar. Mezenkimal hücreler çoğalarak membrana analis etrafındaki yüzey ektodermine doğru çıkıntılar oluşturur. Böylece membrana analis, proctodeum denen ektodermal bir çöküntünün tabanını yapmış olur. Membrana analis genellikle sekizinci haftanın sonunda yırtılarak canalis analis'in cavitas amniotica'ya bağlanmasını sağlar.

Erişkinde canalis analis'in 2/3 üst kısmı (yaklaşık 25 mm) metenteron'dan, alt 1/3 kısmı (yaklaşık 13 mm) proctodeum'dan gelişir. Proctodeum'un ektoderminden gelişen epitelyum ile metenteron'un endoderminin birleştirdiği çizgi linea pectinata'yı oluşturur. Düzensiz bir çizgi görünümünde olan linea pectinata valvulae anales'in eski yerini göstermektedir. Anüsün 2 cm kadar yukarısında linea anocutanea bulunur. Bu çizgi, anüs epitelinin prizmatik epitelden çok katlı yassı epitele değiştiği yerdir. Epitelyum, anüste keratinize olur ve anüs çevresindeki deri ile devam eder. Canalis analis'in duvarının diğer katları splanknik mezenkim'den gelişmiştir.

Canalis analis'in 2/3 üst kısmı metenteron'dan geliştiği için a. mesenterica inferior'un dalı olan a. rectalis superior ile beslenir; venleri v.rectalis superior'a dökülür. Lenfatikleri de nodi mesenterici inferores'e gider. Otonom sinir sisteminden dallar alır. Canalis analis'in 1/3 alt kısmı proctodeum'dan geliştiği için a. pudenta interna'nın dalı olan a. rectalis inferior ile beslenir. Venöz drenajını sağlayan v.rectalis inferior v. pudenta interna'ya, bu da v. iliaca interna'ya dökülür. Lenfatikleri nodi inguinales superficiales'e gider. Siniri n. rectalis inferior olduğu için ağrı, ısı, dokunma ve basıya duyarlıdır (13).

2.2. ANOREKTAL BÖLGE ANATOMİSİ

Rektum, 3.sakral vertebra hizasında sigmoid kolonun sonlandığı yerden başlar. Rektum ön-arka yönde fleksura sakralis ve fleksura perinealis olmak üzere iki eğrilik gösterir. Sakrum ve koksiks'in önünde açıklığı öne bakan bir kavis çizerek fleksura sakralis'i oluşturur. Rektum önce aşağı ve arkaya, daha sonra da öne ve aşağı doğru seyreder, diafragma pelvis'ten geçip anal kanal ile birleşir. Bu birleşme noktası koksiks'in ucunun 2.5-3.5 cm ön ve altında bulunur. Bu nokta erkeklerde prostatın apeksine denk gelir. Canalis analis buradan aşağıya ve arkaya doğru uzanır. Rektum ile canalis analis'in birleşim yerinde açıklığı arkaya doğru olan eğriliğe fleksura perinealis adı verilir. Bu ön-arka eğriliklerden başka rektum dolu olduğu zaman laterale doğru da üç eğrilik gösterir. Bunlardan üstte ve altta yer alan eğrilikler sağa doğrudur. Ortadaki eğrilik ise sola doğru olup bunlar içerisinde en belirgin olanıdır. Rektumun başlangıç ve son kısmı orta hatta yer alır.

Rektum'un alt kısmındaki genişlemiş olan yere ampulla recti adı verilir. Rektum'un genişliği ampulla recti hariç, colon sigmoideum'un genişliği kadar olup, uzunluğu 12 cm.'dir. Colon sigmoideum'dan farklı olarak haustra coli, appendices epiploicae ve mesenterium rectum'da bulunmaz. Periton, üstte rektum'un ön ve yan yüzlerini, daha aşağı kısımlarda ise sadece ön yüzünü örter ve erkekte mesaneye atlayarak excavatio rectovesicalis, kadında uterus'a atlayarak excavatio rectouterina (Douglas çıkmazı) denilen çıkmazları oluşturur. Periton, sindirim kanalının rectum'a kadar olan kısmında tunica muscularis'e sıkıca yapışır; rektum'a ise gevşek bir şekilde bağ dokusu aracılığıyla tutunur ve rektum'un serbestçe genişlemesine olanak sağlar.

Rektum boş iken iç yüzünün alt kısımlarında görülen longitudinal mukoza katlantıları, rektum dolduğunda kaybolur. Bunlardan başka, rektum'da yarımay şekilli ve transvers yönde uzanan kalıcı plikalar vardır. Bu plikalara plicae transversalis recti (Houston plikaları) adı verilir. Bunlar genellikle üç tanedir. En üstteki rektum'un başlangıcında, sağda ya da solda bulunur. Bazen rectum'u tamamen çevreleyerek bir darlık oluşturur. Orta plika en büyük katlantı olup oldukça sabit bir yerleşim gösterir. Ampulla'nın hemen üzerinde, ön ve yan duvarlarda yer alır. Erkekte excavatio rectovesicalis, kadında ise excavatio rectouterina'nın biraz altına denk gelir. En alttaki plika ise ortadakinin 2.5 cm altında, sol duvarda bulunur. Bu plika bazen bulunmayabilir, bazen de sol tarafta dördüncü bir plika görülür.

Ampulla recti'den sonra daralan, aşağı ve arkaya doğru seyredere anus'te sonlanan kısma canalis analis denir. Canalis analis'in erişkindeki uzunluğu yaklaşık 3- 4 cm'dir. Boş olduğunda önden arkaya uzanan dar bir yarık şeklindedir. Kadında ve erkekte arka yüzü lig. anococcygeum ile komşudur. Ön yüzü erkekte centrum perinei aracılığıyla urethra'nın membranöz parçası ve bulbus penis'ten ayrılır. Kadında ise centrum perinei, canalis analis'i vagina'nın alt bölümünden ayrılır. Canalis analis m. sphincter ani externus ve internus tarafından çepeçevre sarılı olup normalde kapalı durumdadır.

Canalis analis'in içyüzünün üst kısmında columnae anales denilen ve sayıları 6- 10 arasında değişen longitudinal mukoza katlantıları görülür. Bu katlantılar çocuklarda belirgin, erişkinlerde daha az belirgindir. Her bir columna analis altında a. ve v. rectalis superior'un uç dallarından biri bulunur. Columna'ların alt uçları

birbirleri ile birleşerek valvulae anales'i oluşturur. Valvulae anales'in üst kısmında yer alan cep şeklindeki küçük çukurluklara ise sinus anales denir. Sinüs anales çevresinde glandulae anales adı verilen bezler vardır. Rektum ile canalis analis'in birleşim yerinde bulunan ve columna analis'in üst sınırını oluşturan çizgiye linea anorectalis denir.

Canalis analis'in valvulae anales'in aşağısında kalan yaklaşık 15 mm.'lik kısmına pecten analis ya da geçiş bölgesi (transitional zone) adı verilir. Pecten analis, plexus venosus rectalis inferior'un üzerini örttüğü için parlak mavimsi bir renkte görülür ve aşağıda düzensiz bir çizgi şeklinde sonlanır. Mavimsi- pembe renkli olan bu çizgiye linea anocutanea (Hilton çizgisi) denir. Bu çizgi makroskopik olarak belirgin değildir. Bu çizginin altındaki birkaç mm. lik bölüm deri ile kaplı olup zona cutanea adını alır. Burada ter ve yağ bezleri bulunur. Canalis analis'i döşeyen çeşitli epitel kısımları arasındaki sınırlar belirgin değildir.

Rektum'un yanlarında bazen gevşek, bazen de sıkı bağ dokusu bulunur. Sıkı bağ dokusu komşu olduğu organı yerinde tutmayı sağlar ve organı mobilize edebilmek için bu dokuyu diseke etmek gerekir. Sacrum'un ön yüzünden anorectal kavşağa doğru uzanan damarsız geniş bağ dokusuna Waldeyer fascia'sı denir. Pelvis minor'un posterolateral duvarından başlayıp, rectum'un yan duvarlarına uzanan fascia lig. laterale recti'yi oluşturur. Rektum ile prostat ve vesicula seminalis arasında fascia rectovesicalis adı verilen ve bunlara daha sıkı yapışan bir fascia bulunur.

Canalis analis'in kasları m. sphincter ani internus, m. sphincter ani externus'tur.

M. sphincter ani internus, canalis analis ile rectum ' un birleştiği yerde rectum'un kas tabakası kalınlaşarak m. sphincter ani internus'u oluşturur. Bu sfinkter, canalis analis'in üst 2/3'ünü çevreler ve aşağıya doğru linea anocutanea'ya kadar uzanır. M. sphincter ani internus istem dışı çalışır. Canalis analis'in kapatılmasında rol oynar.

M. sphincter ani externus, canalis analis'in tümünü sarar. Çizgili kas yapısındaki bu sfinkter pars subcutanea, pars superficialis ve pars profunda olmak üzere üç kısımda incelenir.

Pars subcutanea, canalis analis'in alt kısmını saran, 15 mm. genişliğinde bir banttır. M. sphincter ani internus'un ve m. sphincter ani externus'un pars superficialis'inin hemen altında yer alır. Ön kısımdaki lifleri centrum perinei (m. transversus perinei superficialis)'ye, arka kısım lifleri ise lig. anococcygeum'a tutunur.

Pars superficialis, elips şeklinde olup pars subcutanea'nın hemen derininde bulunur. Bu parça kemik dokuya tutunan tek parça olup arkada coccyx'in alt kısmına, önde ise centrum perinei'ye tutunur.

Pars profunda, m. sphincter ani internus'un üst seviyesinde bulunan kalın bir banttır. Bu parçanın derin lifleri m. puborectalis ile devamlılık gösterir. Ön kısım lifleri özellikle kadınlarda çapraz yaparak m. transversus perinei superficialis ile devam eder. Arkadaki bazı lifleri ise lig. anococcygeum'a tutunur.

M. sphincter ani externus, istemli olarak kontrol edilebilir ve genellikle anus'ü daha sıkı olarak kapatır.

Rektum'un longitudinal kas tabakası m. levator ani'nin m. puborectalis lifleri ile birleşerek m. sphincter ani internus ve m. sphincter ani externus'un arasına sokulur. Bu longitudinal liflerin bir kısmı m. sphincter ani externus'un pars subcutanea ve pars superficialis'inin arasından geçerek fossa ischioanalis'in septumu ile devam eder. Bazı lifler ise mediale kıvrılarak m. sphincter ani externus'un pars subcutanea'sı ile m. sphincter ani internus arasından geçerek linea anocutanea'ya ulaşır. Sinus analis'lerin aşağısında kalan kısımda submukoza bol miktarda düz kas, elastik lif ve bağ dokusu içerir. Buradaki elastik lifler longitudinal tabakanın m. sphincter ani internus içinden geçerek oluşturduğu liflerdir. Bazı lifler ise lateraldeki longitudinal kas tabakasına katılır. Ancak bu liflerin çoğu aşağı doğru uzanır ve m. sphincter ani externus'un pars subcutanea'sının üzerinde m. corrugator cutis ani isimli kası oluşturarak deriye tutunur.

Longitudinal kas liflerinin linea anocuanea'ya tutunması ile plexus venosus rectalis interna ve plexus venosus rectalis externa birbirinden ayrılır. Bu iki pleksus arasında bağlantı kuran venler, sistemik dolaşım ve portal sistem arasında anostomoz oluşturur. Bu venlerin tromboze olması sonucu şiddetli ağrı ortaya çıkabilir. Linea anocutanea'nın üst tarafındaki tunica submucosa cerrahi olarak submüköz aralık, alt tarafındaki tunca submucosa ise plexus rectalis externa isimli ven pleksusunu

içerdiği için perirenal aralık olarak bilinir. Bu aralıkta m. sphincter ani externus'un pars subcutanea'sı plexus venosus rectalis externa ve a., v., rectalis inferior'un uç dalları bulunur.

Canalis analis'in yan duvarları parmakla muayene edildiğinde anorektal halka adı verilen; m. puborectalis, m. sphincter ani externus'un pars profunda'sı ve m. sphincter ani internus'un birlikte oluşturduğu bir kabarıntı hissedilir. Bu kısmın cerrahi olarak kesilmesi inkontinans (dışkıyı tutamama)'a neden olur. M. puborectalis'in lifleri ön tarafa dolaşmadığı için anorektal halkanın öndeki kısmı belirgin değildir (14).

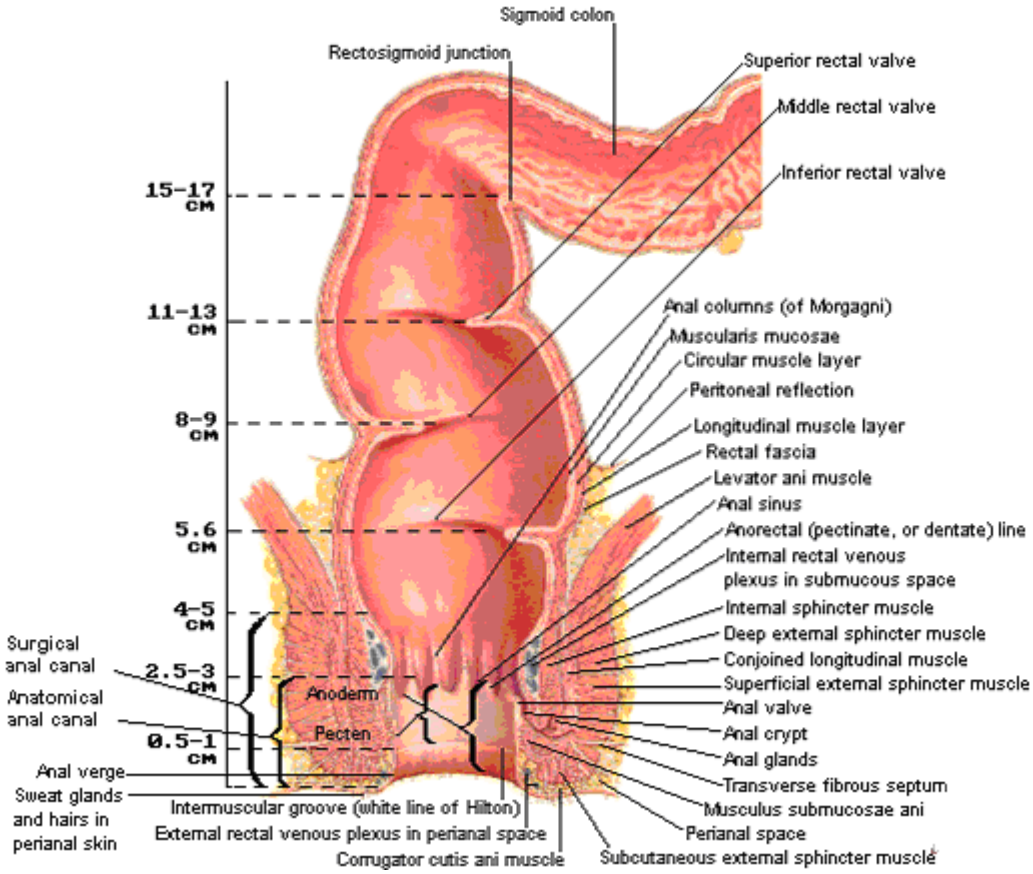
2.2.1. Rektumun Komşulukları

Rektum'un arkasında, orta hatta son üç sakral vertebra, coccyx, a., v. sacralis mediana, ganglion impar ve a., v. rectalis superior'un dalları vardır. Orta hattın hemen yanlarında ise m. piriformis, truncus sympathicus, nn. sacrales 3-5, n.coccygeus'un ön dalları, a. ve v. sacrales lateralis, m. coccygeus ve m. levator ani bulunur. Bu oluşumlar sol tarafta rectum'a daha yakın durumdadır. Rektum, gevşek bağ dokusu ile foramina sacralia pelvica boyunca sakruma tutunur. Bu gevşek bağ dokusunun içinde nn. sacrales, nn.sacrales'in ön dalları içinde seyreden ve plexus hypogastricus inferior (plexus pelvicus)'u oluşturacak olan n. splanchnicus sacralis 2-4, a., v. rectalis superior'un dalları, lenf nodülleri, lenf damarları ve yağ dokusu bulunur.

Rectum'un ön yüz komşuluğu cinsiyete göre farklılık gösterir. Erkekte rektum'un periton ile örtülü olan üst bölümü; önde mesane tabanının üst kısmı, vesicula seminalis'ler, ileum kıvrımları ve colon sigmoideum ile komşudur. Rektum'un alt bölümü ise önde mesane tabanının üst kısımları, vesicula seminalis'ler, ductus deferens'ler, üreter'lerin son kısmı ve üst kısmı, ileum'un son kıvrımları ve colon sigmoideum ile komşudur. Rektum'un alt bölümünün önünde ise vagina'nın alt kısmı bulunur.

Rektum'un üst bölümünün lateralinde peritonun oluşturduğu fossa pararectalis içinde ileum kıvrımları ve colon sigmoideum bulunur. Fossa pararectalis'in altında ise plexus hypogastricus inferior, m. coccygeus, m. levator ani,

a., v. rectalis superior'un dalları ile komşuluk yapar (14). Rektumun koronal kesit anatomisi şekil 2.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Rektumun koronal kesit anotomisi (15)

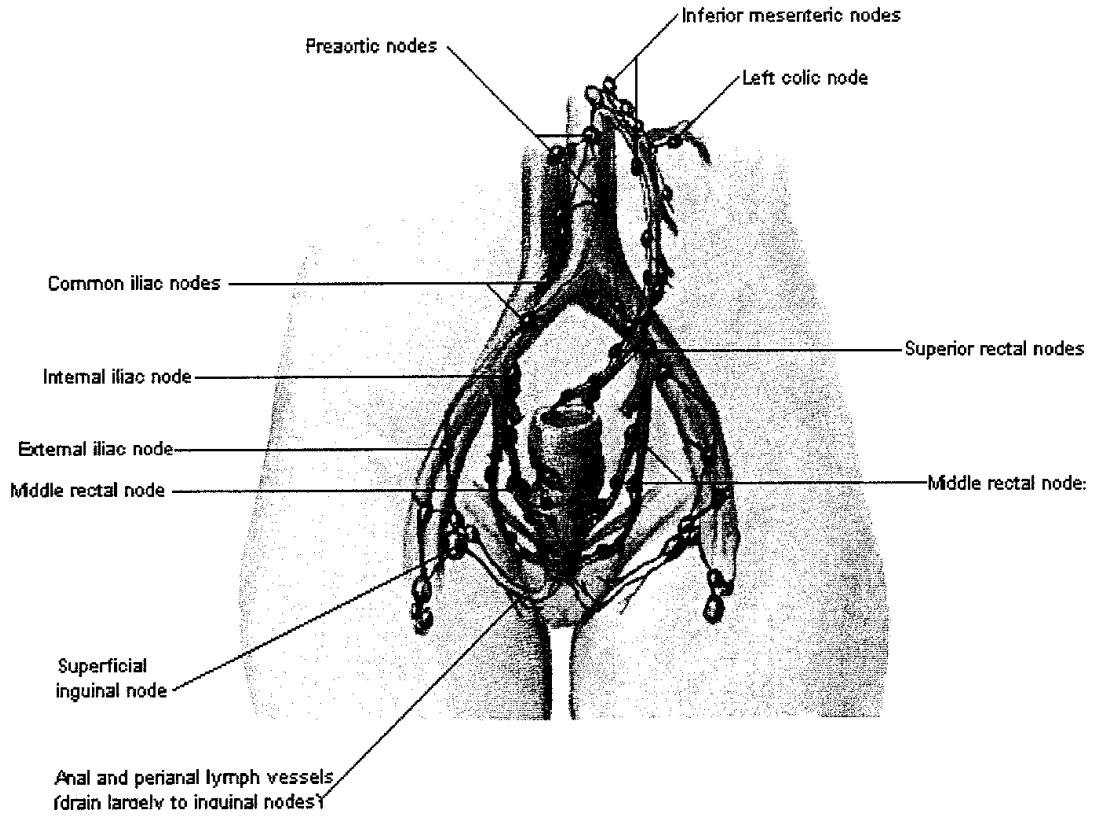
2.2.2. Rektum ve Canalis Analis'in Arterleri

A. mesenterica inferior'un devamı olan a. rectalis superior rectum ve canalis analis'i besleyen esas arterdir. A.rectalis superior iki dala ayrılır ve bu dallar rectum'un her iki yanında aşağıya doğru uzanarak valvula analis'e kadar olan kısımları besler. A. rectalis media (a. iliaca interna'nın dalı), rectum'un alt kısımlarını besler. A.rectalis inferior (a.pudenta interna'nın dalı) valvula analis'in aşağısında kalan canalis analis kısımlarını, m. sphincter ani internus, externus ve anus çevresinde yer alan deriyi besler. A. sacralis mediana (aorta abdominalis'in dalı) ise rectum'un alt kısımlarını ve canalis analis'in arka duvarını besler (14).

2.2.3. Rektum ve Canalis Analis'in Venöz ve Lenfatik Drenajı

Venleri, arterlere paralel olarak seyreder ve aynı isimleri alırlar. Rektum ve canalis analis'in venleri v. rectalis superior, vv. rectales mediae ve vv.rectales inferiores'tir. V.rectales superior, canalis analis'in submukoza tabakasında bulunan plexus rectalis internalis'ten 5-6 ven olarak başlar. Rectum'un üst kısmında rectum duvarını delerek rectum'un yüzeyinde birleşir ve tek bir v. rectalis superior'u meydana getirerek v. mesenterica inferior olarak devam eder. Vv. rectales media rectum'un ampulla kısmından başlar ve v.iliaca interna'ya dökülür. Vv.rectales inferiores ise plexus rectalis externalis'ten başlar ve v. pudenta interna'ya dökülür.

Lenfatikleri, rectum ve canalis analis'in lenf damarları nodi preaortici ve inguinales superficiales'e drene olur (14).



Şekil 2.2. Rektumun lenfatik drenajı (15)

2.2.4. Anorektal Bölgenin İnnervasyonu

Rektum ve canalis analis'in üst kısmına sempatik lifler truncus sympathicus'un lumbal parçasından; a. mesenterica inferior ve a.rectalis superior çevresinde ve kısmen de plexus hypogastricus superior ve inferior'dan gelir. Plexus hypogastricus inferior, rectum'un alt kısımlarını ve m. sphincter ani internus'u inerve eder. Parasempatik lifler medulla spinalis'in sakral 2-4 segmentlerinden nervi pelvici splanchnici (nn.erigentes) aracılığıyla rektum'un yan taraflarındaki plexus hypogastricus inferior'a gelir. Bu lifler rektum düz kaslarını inerve eder ve m. sphincter ani internus'u inhibe eder. M. sphincter ani externus, n. pudendus'un ramus rectalis inferior ve 4. sakral spinal sinirin ramus perinealis'i tarafından inerve edilir. Rektum cerrahisi sırasında rektum duvarına çok yakın seyreden bu lifler kesilirse mesane ve penis inervasyonu hasar görebilir (14).

2.3. ANOREKTAL BÖLGE HİSTOLOJİSİ

Rektumun dört fonksiyonel tabakası vardır:

1. Mukoza; epitel, destekleyici lamina propria ve ince muskularis mukoza bileşenlerinden meydana gelir. Rektumun mukozasında plika ve villus izlenmez. Goblet hücreleri ve enterositlerden zengindir. Lamina propriada submukozaya uzanan plazma ve lenfosit hücreleri bulunur.

2. Submukoza; mukozayı destekler ve kollajenden meydana gelir. Lenfatikleri, sinirleri ve vasküler elemanları içerir. Parasempatik ganglionlar mukozal glandlara ve muskularis mukozaya dallar gönderir. Bu submukozal plexusa meissner pleksusu denir.

3. Muskularis propria, iç sirküler tabaka ve dış longutudinal tabaka şeklinde sıralanmış düz kas yapılarından oluşur. Bu iki tabaka arasında Auerbeach pleksusu denilen parasempatik ganglionu bulunur.

4. Seroza: en dış tabakadır. Major damar ve sinirleri sarar. En üst parçası peritonla, alt parçası mezotel (basit skuamoz epitelle) çevrilmiştir. Anal kanalda tabanı pektinat çizgi ve valvleri ile tabana bağlanan 8-10 adet longitudinal anal kolumna vardır. Bu valvlerin posteriorunda anal sinüs (kript) adı verilen mukus bezlerinin yeraldığı küçük cepler bulunur. Anal kanal pektinat çizgiden sonra mezotelle döşelidir. Anus düzeyinde muskuların proprianın iç sirküler tabakası

kalınlaşarak internal anal sfinkteri oluşturur. Longitudinal kas tabakası sfinkterin üzerine doğru uzanarak bağ dokuya yapışır. Eksternal ana sfinkteri çizgili kaslar oluşturur ve levator ani içerisine doğru uzanır (16,17,18).

2.4. REKTUM KANSERLERİ

2.4.1. Etiyoloji

Kolorektal karsinomlar hem çevresel hem de genetik faktörler ile iliskilidir. Bunun dısında bazı kanser öncülü lezyonlar da, tümör gelisimine sebep olabilir. Adenomlar, sadece mukoza ve submukoza elemanlarını içeren ve epitelyum düzeyinde belirli oranlarda hücresel atipi gösteren polipler neoplastik olarak sınıflandırılırlar ve adenom adı altında değerlendirilirler. Tek ya da çok sayıda olabilirler. Boyutlarına, makroskopik görünümlerine (sesil, pedinküllü, düz), mikroskopik yapısal görünümlerine (tübüler, villöz, tübülovillöz) ve displazi derecelerine (hafif, orta, ağır) göre sınıflandırılabilirler. Adenomlar az ya da çok ama mutlaka bir derece hücresel atipi (displazi) içerir. Kolondaki tüm adenomların malign potansiyelleri vardır. Adenomlarda kansere dönüsme riski, villöz komponentin baskınlığı ve adenomun boyutu ile ilişkilidir. Tübüler adenomların en fazla %14'ü 2 cm'den büyük çapa ulaşablirken, villöz adenomlarda bu oran %60'a varabilmektedir. Ayrıca adenomun boyutunun da villöz komponent içeriği ile ilişkisi olduğu bilinmektedir. Adenom sıklığı yüksek olan populasyonlarda kolorektal kanser sıklığı da yaygın olup, bunun tersi de geçerlidir. Kolorektal adenomların yaygınlığı kolorektal karsinomlara göre daha fazladır. Erken dönemde bir invazif karsinom tespit edildiğinde çevresinde sıklıkla bir adenomatöz doku vardır (19-23,24,25). Kolon kanserlerinin %5-10'u ailesel eğilimi olan bireylerde görülür. Kolorektal kanseri olan bireylerin yaklasık 1/3'nün birinci derece akrabalarında da kanser olduğu saptanmıştır. Familyal Adenomatöz Polipozis (FAP) ve Gardner sendromu gibi kalıtsal hastalıklar, kolonda çok sayıda poliplerin bulunması ile karakterizedirler. Ortalama başlama yaşı 25 olan bu hastalıklarda polip sayısı genellikle 100'den fazladır. Koruyucu cerrahi tedavi uygulanmayan hemen hemen her FAP'lı hastada kanser gelişir (26).

Herediter non-polipozis kolorektal kanserler (Lynch sendromu, Hereditary nonpolyposis colorectal cancer/ HNPCC) otozomal dominant geçiş gösterirler. DNA mismatch tamir genlerinde germ-line mutasyon vardır ve bu kişilerde kolorektal kanser gelişim riski yüksektir. HNPCC hastalarında kolanjiokarsinom gibi başka tip tümörlerin gelişme riski de artmıştır (24).

Kolon kanserlerinin ülkeler arasındaki görülme sıklığının farklı olmasından beslenme alışkanlıkları da sorumlu tutulmuştur. Bitkisel liflerden fakir, karbonhidrat ve yağdan zengin, antioksidan içermeyen, vitamin ve eser elementlerden yoksun beslenme tarzı, kolorektal kanser gelişiminde etkili olmaktadır. Özellikle sığır eti tüketimi ile ve hayvansal yağın asırı miktarlardaki alınması arasında nedeni tam olarak anlaşılamayan yakın bir ilişki dikkati çekmektedir. Fazla posa bırakan diyetle beslenen kimselerde kolorektal kanser gelişme sıklıgı daha düşük bulunmustur. Bunun nedeni posalı diyetin barsak geçiş zamanını kısaltarak, mukozanın karsinojenik maddelerle temas süresini azaltmasıdır (26,27).

Bazı flora bakterilerinin, gıdaların kimyasal yapılarını degiştirerek kanserojen madde üretebilecekleri ileri sürülmektedir. Bunların başında normal populasyonun %40'ının, kolon kanserli hastaların ise %80'inin barsak florasında bulunan klostridialar gelir (27).

Ülseratif koliti olan hastalarda kalın barsak karsinomu sıklığının arttığı bilinmektedir. Riski belirleyen iki faktör vardır: Hastalığın süresi ve anatomik yaygınlık derecesi. 10 yıllık bir hastalıkta sol kolon karsinomu gelişim riski küçüktür. Yirmi yılda bu risk %2 artar. Pankolitli hastalarda karsinom riski 20 yılda %10, 30 yılda %25-30'dur. 10 yıldan uzun süreli tüm ülseratif kolit hastalarında yıllık kolon kanseri insidansı %0,8 ile %1 arasında değişmektedir (24).

Kalın barsak karsinomu, Crohn hastalığının da önemli bir komplikasyonudur. Kanser riski artışı belirgin olmasına rağmen, ülseratif kolitteki kanser riski ile karşılaştırıldığında daha düşüktür, ancak bu farkın hastalıkların kendisinden değil de, Chron hastalığında etkilenen segmentin genellikle obstrüksiyon nedeniyle rezeke edilmesi sonucu kanser riskinin düşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (24).

Karsinomun oluşmasında radyasyon tedavisi nadir fakat iyi tanımlanmış etyolojik bir nedendir. Hormonal faktörler, safra asiti artışı ve kolesistektomi,

üreterosigmoidostomi, ileostomi ve anastomozlar, mesleki faktörler de (asbest ve organik çözücülere maruziyet) karsinom gelişiminde rol alabilir (28).

2.4.2. Klinik Belirtiler

Kolorektal adenokarsimomlar yıllarca klinik olarak sessiz kalabilir. Kolorektal kanser varlığını düşündüren başlıca belirtiler rektal kanama, ağrı ve barsak alışkanlıklarında değişikliktir. Belirtiler lezyon yerleşimine göre değişiklikler gösterir. Kalın barsağın proksimalindeki lezyonlar, burada barsak içeriği nispeten sıvı vasıfta olduğundan, genellikle ağrı veya barsak düzeninde değişikliğe neden olmazlar. Bu lezyonlar genellikle ülserleşir ve kronik kan kaybına yol açarlar; hastalar halsizlik, çarpıntı, bazen de göğüs ağrısı gibi yakınmalarla doktora başvururlar. Gaitada gizli kan pozitifliği ve demir eksikliği nedeniyle hipokrom, mikrositer anemi saptanır. Erişkin bir erkek veya postmenopozal bir kadında başka bir nedenle açıklanamayan demir eksikliği anemisi saptandığında tüm kolon endoskopik veya radyografik olarak taranmalıdır. Barsağın distal kısımlarındaki tümörler de kanamaya neden olabilir, ancak lümendeki daralmaya bağlı olarak abdominal kramplar, tıkanıklık, perforasyon daha sık görülür. Rektosigmoid bölge tümörleri hemotekezya, tenesmus ve ince dışkılama şeklinde belirtiler gösterebilir.

Primer kolorektal tümör rezeksiyonundan önce ya da sonra metastazlar saptanabilir. Karaciğerin büyümesine bağlı olarak kapsülünün gerilmesi sonucu ağrı ortaya çıkabilir. Hastalık karın içerisinde yayılırsa asit ve barsak tıkanıklığı gelişebilir. Pelvik bölgeye metastaz sonucu mesane disfonksiyonu, sakral veya siyatik sinir ağrısı, vaginal akıntı veya kanama görülebilir. Akciğer ve kemik iliği metastazları ileri dönemlere kadar sessiz kalabilirler (29).

2.4.3. Tanı

Klinik kanserlerin tanısında öykü, fizik muayene, laboratuar ve radyolojik tetkiklerin akılcı kullanımı önem taşır. Kololorektal kanser şüphesi taşıyan hastada öncelikle aile öyküsü, defekasyon alışkanlıkları, öncesine ait polip veya kanser öyküsünü içerecek şekilde ayrıntılı anamnez alınmalıdır. Öyküde daha önceden kolorektal kanser, adenomatöz polip, inflamatuar barsak hastalığı, kalıtsal kolorektal kanser sendromlarının ve birinci derece akrabalarda kolorektal karsinom bulunup

bulunmadığının soruşturulması gereklidir. Fizik muayenede Peutz- Jeghers veya Gardner sendromlarındaki karakteristik ekstraintestinal belirtiler göze çarpabilir. Supraklaviküler lenf nodları veya karaciğerde büyüme, karında asit veya kitle saptanması metastaz varlığını düşündürür. Rektal tuşe ile distal rektal kanserler veya tümörün rektal bölge ya da pelvis yayılımı saptanabilir. İleri olguların %40-80'inde gaitada gizli veya aşikar kan mevcuttur. Demir eksikliği anemisi veya karaciğer enzimlerinde yükselme tanıda yardımcı olabilir.

Kolorektal kanser tanısı koymak için kullanılan yöntemler adenomatöz polipler için uygulananların aynısıdır. Gaitada gizli kanı pozitif olan veya kolorektal kanser belirti ve bulgularını taşıyan hastalarda kullanılacak seçkin yöntem kolonoskopidir. Kolonoskopi sırasında histolojik inceleme için doku örneği alınmasını sağlama avantajı vardır.

Fizik muayenede hepatomegali, asit, lenfadenomegali muayenesi, rektal tuşe yapılmalı, bayanlarda over, endometrial ve meme patolojileri de ekarte edilmek için buna yönelik muayeneler yapılmalıdır (29).

Laboratuar tetkiki olarak; hemogram, karaciğer fonksiyonları ve CEA çalışılmalıdır (30). Kolorektal kanserlerde preoperatif evrelemede ve post operatif takipde en sık kullanılan tümör belirteci CEA'dir (31). Tanı anındaki yüksek CEA düzeyleri evreden bağımsız olarak sağ kalıma olumsuz etki göstermektedir. Diğer karbonhidrat antijenlerinden CA19-9 kolondaki preneoplastik ve erken neoplastik lezyonların belirlenmesinde faydalı olabilmektedir (32).

2.4.4. Rektum Kanserlerinin Histopatolojisi

2.4.4.1. Tümör yerlesim yeri ve makroskopik görünüm

Kolorektal karsinomların yaklasık %55'i rektosigmoid bölgede, %25'i sağ kolonda, kalanı kolonun diğer kısımlarında olusur. Son birkaç dekatta proksimal kolonda görülen karsinomların oranının artmasıyla bu dağılım değişmektedir (28).

Tümörün kliniği ile yerleştiği anatomik bölge arasında ilişki vardır. Proksimal kolon yerleşimli tümörler polipoid, mantarımsı kitleler olarak büyümeye eğilimlidirler. Bu kitleler çekumun ya da çıkan kolonun bir tarafında duvar boyunca yerleşirler. Obstrüksiyon ender olarak görülür. Distal kolondaki karsinomlar

saptandıklarında, duvarı çevreleyen anüler lezyonlardır ve barsağı halka şeklinde çevreleyerek lümende daralmaya neden olurlar. Bu halkasal yapının sınırları çıkıntılıdır. Kolorektal neoplazinin her iki formu da zaman içerisinde (yıllar içerisinde) direkt olarak barsak duvarını geçer ve serozal yüzeyde sert kitleler şeklinde kendini gösterir.

Makroskopik görünümden bağımsız olarak, tüm kolon karsinomları mikroskopik olarak benzer yapıdadırlar. İyi diferansiyeden indiferaniye olanlara kadar tüm kolon karsinomları gerçekte anaplastik kitlelerdir. Birçok tümör müsin üretir ve üretilen müsin glandların lümenlerine ya da barsak duvarının interstisyumuna salgılanır. Bu sekresyonlar barsak duvarını boydan boya geçebildiği için kanserin ilerlemesini hızlandırarak prognozu kötüleştirir. Anal bölgedeki kanserler ise, genelde skuamöz epitelyum hücresi kaynaklıdırlar. Kolorektal karsinomun tek ve en önemli prognostik göstergesi, tanının konduğu sıradaki tümörün yayılım aşamasıdır (24).

2.4.4.2. Histolojik alt tipleri

Adenokarsinomlar, rektal kanserlerin çok büyük çoğunluğunu (%98) oluştururlar. Diğer histolojik tipe sahip rektal tümörler oldukça nadirdir (24).

Kolorektal kanserlerin Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) histolojik sınıflaması (33)

Epitelyal Tümörler

Adenom

İntraepitelyal neoplazi (İEN)

Düşük evreli İEN

Yüksek evreli İEN

Karsinom

Adenokarsinom

Müsinöz adenokarsinom

Taşlı yüzük hücreli karsinom

Küçük hücreli karsinom

Skuamoz hücreli karsinom

Adenoskuamoz karsinom

Medüller karsinom

Diferansiye edilemeyen karsinom

Karsinoid

Mikst karsinoid-adenokarsinom

Diğer

Non-epitelyal Tümörler

Lipom

Leiomyom

Gastrointestinal stromal tümör

Leiomyosarkom

Anjiosarkom

Kaposi sarkomu

Malign melanom

Malign lenfoma

2.4.5. Rektal Kanserlerde Yayılım

Direkt yayılım ile barsak duvarı ve komşu organlara invazyon, lenfatik yayılım ile lokal lenfatiklere, hematojen yolla uzak organlara metastatik yayılım, transperitoneal implantasyon ile pelvik tabana yayılım gösterebilmektedirler.

Lenfatik yayılım kolorektal kanserlerde en sık görülen yayılım şeklidir.

Hemotojen yolla yayılım gösterdikleri organlar sıklık sırasına göre; karaciğer %60, akciğer %50, kemik %15, periton %15 ve beyindir (30).

2.4.6. Evreleme

Kolorektal kanserlerde evrelendirmenin doğru yapılması önemlidir. Çünkü operasyon sonrası prognoz ve adjuvan kemoterapiye gerek olup olmadığını belirlemede en önemli prediktif faktör operasyon sırasındaki evredir (29). Dukes, Astler ve Coller (modifiye Dukes) evrelemeleri olmakla birlikte günümüzde daha çok evrensel TNM sınıflaması kullanılır (28). Kolorektal tümörlerin evreleme sistemi ve TNM sınıflaması sırasıyla tablo 2.1 ve 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kolorektal tümörlerde evreleme sistemi (28)

Evre 0	Tis	N0	M0
Evre I	T1	N0	M0
	T2	N0	M0
Evre II	T3	N0	M0
	T4	N0	M0
Evre III	Herhangi T	N1	M0
	Herhangi T	N2	M0
Evre IV	Herhangi T	Herhangi N	M1

Tablo 2.2. Kolorektal tümörlerin TNM sınıflaması (sadece karsinomlara uygulanır) (33)

T-primer tümör	**Histolojik özellikler**
Tx	Primer tümör varlığı belirlenememiş
To	Primer tümör varlığına dair bulgu yok
Tis	Karsinoma in situ (intraepitelyal veya lamina propria invazyonu)
T1	Tümör submukozada
T2	Tümör muskularis propriaya invaze
T3	Tümör muskularis propriadan subserozaya veya nonperitonealize perirektal dokuya invaze
T4	Tümör komşu yapı/organlara invaze ve/veya viseral peritonu perfore etmiş
N-bölgesel lenf nodu	
Nx	Bölgesel lenf nodu varlığı belirlenememiş
No	Bölgesel lenf nodu metastazı yok
N1	1-3 adet bölgesel lenf nodu metastazı
N2	4 veya daha fazla bölgesel lenf nodu metastazı
M-uzak metastaz	
Mx	Uzak metastaz varlığı belirlenememiş
Mo	Uzak metastaz yok
M1	Uzak metastaz mevcut

2.4.7. Tanı ve Evrelemede Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri

Endoskopik muayene ile tanı için gerekli dokunun alınması sağlanır. Kolorektal kanserlerde %3-5 oranında barsak trasesinde senkronize kanserler

izlenebilir bu yüzden multifokal neoplasmların ekarte edilmesi amaçlı hastalara kolonoskopi yapılmalıdır.

Endorektal ultrasound tümörün barsak duvarındaki tutulumunun derinliğini (T evresi) göstermede etkin yöntemdir ancak çalışmayı yapan kişinin deneyimine bağlı olarak duyarlılığı değişen bir yöntemdir (34). Endorektal coil ile yapılan transrektal ultrasound ve manyetik rezonanslı görüntüleme tümör derinliğini ve komşu organlara invazyon durumunu belirlemede konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye göre daha etkindir. Endorektal ultrasound öncelikli olarak tümörün duvar invazyonunu belirlemede kullanılabilirken, pelvik bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme lenf nodu durumu ve komşu doku invazyonunun belirlenmesi için kullanılabilir, ancak pelvik taban invazyonu düşünülüyorsa MR en iyi seçim olacaktır (35).

Günümüzde BT, endorektal ultrasonografi ERUS ve MRG, rektum kanseri evrelemesinde kullanılan üç temel görüntüleme yöntemidir. Pozitron emisyon tomografisi, özellikle rekürren rektal kanserlerde değerli olmak üzere sistemik ve bölgesel evrelemede yararlı yardımcı metoddur (36).

2.4.7.1. Endorektal ultrasonografi

ERUS rektal duvar katmanlarının değerlendirilmesinde güvenilir bir yöntemdir. ERUS‘da rektal tümörün invazyonu farklı tabakaların distorsiyonu ve o bölgede bütünlük kaybı olarak izlenir (37). ERUS yüzeyel rektal tümör evrelemesinde oldukça etkili bir yöntem olmakla birlikte stenotik ve rektosigmoid köşe tümörlerinin değerlendirilmesindeki sınırlılığı, küçük görüntüleme alanı nedeniyle perirektal alana büyük ölçüde uzanan tümörün yayılımını ve periferdeki mezorektal lenf nodlarını görüntüleyememesindeki yetersizliği kısıtlama oluşturmaktadır(38). ERUS‘da akustik penetrasyonun sınırlı bir derinliği göstermesi evre T3 ve ileri evre tümörlerinin lokal yayılımını değerlendirmede engel oluşturmaktadır (39).

ERUS yüzeyel rektal tümörün evrelemesinde doğru ve güvenilir yöntem olmakla birlikte, mezorektal eksizyon planının değerlendirilmesinde uygun değildir (39). Endorektal US, rektal tümör (özellikle yüzeyel tümörlerde) evrelemesinde doğruluk oranı yüksek olmasına rağmen tümor ile mezorektal fasya arasındaki

ilişkiyi değerlendirmede sınırlı FOV'u olması yüzünden sınırlıdır (40). Bu cerrahi öncesi planlama açısından önemli sınırlama oluşturur.

ERUS'da saptanan lenf nodunun patolojik olarak değerlendirilmesi için; 5mm den büyük, ovoid konfigürasyonunu kaybederek yuvarlaklaşmış olması gerekmektedir.

Rektum duvarı 5 tabakadan meydana gelir:

1. Mukoza (proba temas eden tabaka)
2. Mukoza ve muskularis mukoza
3. Submukoza ile muskularis propria ara yüzeyi
4. Muskularis propria
5. Seroza ve perirektal yağ doku

1., 3. ve 5. tabakalar ERUS' da hiperekoik, diğerleri hipoekoik olarak izlenir (41). İşlem öncesi hastaya enema ile lavman yapılır. İşlemden önce rektal probun bileziği proba geçirilir. Lateks prezarvatifin içi jel ile doldurulduktan sonra, rektal proba gergin olacak şekilde giydirilir ve daha önceden rektal proba yerleştirilmiş olan bileziğe tutturulur. Hasta sol lateral sims pozisyonuna alınır. İşleme başlamadan önce rektal tuşe ile muayene yapılır. Ardında rektal prob jel yardımıyla anal kanaldan rektuma yerleştirilir. Probun ucuna yerleştirilen bir balon su ile tamamen doldurularak trandüser ve mukoza arasında bir yastıkçık oluşturulur. Burada amaç rektum duvarı ve trandüser arasında ölü boşluk bırakmamaktır. Rektal kanserin ameliyat öncesi evrelemesinde endorektal ultrasonografi etkili bir tanı aracıdır. Rektal kanserin evresini belirlemede önemli prognostik faktör olan tümörün rektum duvarındaki derinliğini ve lenf nodlarını saptamada yararlıdır. Doğru bir şekilde yapılmış evreleme tedavinin yönünü çizer. Hastaya neoadjuvan kemoradyoterapi verilmesi kararı ve hastaya uygulanacak ameliyat tekniği preoperatif yapılan evreleme ile belirlenir. Endorektal ultrasonografide rektum duvarının tüm katları net olarak değerlendirilebildiği için, rektum tümörünün ultrasonografik evrelemesi TNM sınıflamasına uygun olarak belirlenmiştir.

Ultrasonografik T Evrelemesi

uT1 Tümör submukoza ile sınırlı

uT2 Tümör muskularis mukozayı aşmadan istila etmiş

uT3 Tümör perirektal yağ dokusuna invaze

uT4 Tümör çevre dokulara invaze

uN0 Lenf nodu tutulumu yok

uN1 Lenf nodu tutulumu var

ERUS‘da T evreleme %69-97 arasında doğruluk oranlarına sahiptir (42,43). ERUS‘da lenf nodu evrelemesinde doğruluk oranları %62-82 arasında değişmektedir (37).

2.4.7.2. Bilgisayarlı tomografi

Konvansiyonel BT ilk lokal ileri rektal kanser evrelemede kullanılmış ve %79 - 94 dolayında yüksek doğruluk oranları vermiştir, sonrasında yapılan çalışmalarda küçük çapta tümörleri değerlendirmedeki doğruluğunun beklenildiği kadar yüksek olmadığı (%52-74) görülmüştür. Bilgisayarlı tomografi düşük uzaysal ve kontrast rezolüsyonu nedeniyle rektal duvarın katlarının gösterilmesinde yetersiz kaldığından yüzeyel tümörlerin evrelemesinde tercih edilmemelidir(44,45).

T evrelemede BT‘nin bildirilen doğruluk oranları yaklaşık %73‘tür (46).

2.4.7.3. Manyetik rezonans görüntüleme

MRG pelvik hastalıklardaki başarılı kullanımı ile lokal ve rejyonel rektal kanser evrelemesinde son zamanlarda BT nin yerini almıştır. Rektum kanserinin preoperatif evrelemesinde MRG ilk kez 1986‘ da Hodgman ve arkadaşları, Butch ve arkadaşları tarafından gövde sargısı ile kullanılmıştır ve T evrelemedeki doğruluk oranları %48-95 arasında bildirilmiştir (44).

Endoluminal sargıların kullanıma girmesiyle rezolusyon artırılmış ve rektal duvar tabakaları detaylı olarak değerlendirilebilmiştir. T evrelemedeki doğruluk oranı %71-91 arasındadır. Endorektal MRG ile ERUS karşılaştırıldığında başarı oranları birbirine yakın bulunmuştur (47,48,49). Görüntüleme alanının ERUS gibi sınırlı olması nedeniyle mezorektal fasya, yağ dokusu ve periferik lenf nodları değerlendirme yetersiz kalmıştır.

Stenoz da ERUS‘da olduğu gibi sınırlayıcı bir faktördür (50). MRG kullanımında majör iki problem; geniş görüntüleme alanı nedeniyle düşük sinyal/gürültü oranına sahip olması ve lenf nodu tutulumunun belirlenmesindeki düşük spesifitesidir (45,47).

Stenoz oluşturan tümörlerde değerlendirmede zorluk, ağrı ve sargının yerleştirilmesindeki sıkıntılar tetkikin yapılmasını büyük ölçüde engeller (51).

Tümörün uzun aksinin endorektal sargıdan uzun olması ve yaklaşık %20 civarında yüksek yerleşimli tümörlerde görüntüleme alanının sınırlı olması değerlendirilmeyi zorlaştırır (52). Faz sıralı sargıların (phased arrey coil) kullanılmaya başlamasıyla MRG de yüksek uzaysal çözünürlük, rektal duvar tabakalarının görüntülenebilmesi ve geniş görüntüleme alanıyla (FOV) hem yüzeyel hemde ileri rektal tümörlerin evrelendirilmesinde önemli görüntüleme yöntemi haline gelmiştir.

Yeni jenerasyon faz sıralı sargılarda yüksek rezolüsyonla T evrelemedeki başarı oranı %65-86 arasında gösterilmiştir. Buna karşılık Brown ve arkadaşlarının PA-MR ile yaptığı çalışmada başarı oranı %100 olarak gösterilmiştir (51,53,54,55,56,57). Rektal kanserlerin PA- MR (faz sıralı MR) görüntülemede optimal teknik için hala kabul edilmiş bir metod yoktur. Lümen distansiyonu rektal duvar katmanlarının değerlendirilmesi için yapılabilir. Ancak lümen distansiyonu olmadan da optimal sonuçların elde edilebileceği bildirilmiştir (56).

Çekim protokolünde 2 farklı yaklaşım söz konusudur. Birincisi sadece T2 A sekanslar, diğeri hem T1A hem T2A sekanslarla görüntülemedir (52). Yağ baskılı T2A görüntüleme perirektal yağ dokusundaki tümör invazyonunu saptamak için kullanılabilir (58).

T2 A imajlarda hastaya nefes tutturulmadan turbo spin eko sekanslar elde edilir. Yüksek rezolüsyon matriksi, ince kesitlerle (5-6 mm‘den az) birlikte yüksek rezolüsyon elde edilir. Kontrastsız T1 A imajlarda rektal duvar katmanları ayrıntılı olarak görüntülenemez. Kontrastlı T1 A görüntülerde elde edilebilir. T1A görüntüler alınırken intravenöz kontrast madde kullanılmalıdır. Kontrastlı T1A görüntülerde muskularis propria kontrastlanmaz, mukoza-submukoza erken ve yoğun kontrastlanır, perirektal yağ dokusu hiperintens izlenir (52). ERC-MR ve PA-MR‘da intravenöz kontrast madde verilerek konvansiyonel spin eko sekansları elde edilir. Lezyon evrelemesinde uyumsuz sonuçlar ve kontrastsız T2A spin eko sekansları ile karşılaştırma yapılmadığından evrelemede yararlı olup olmadığı hala şüphelidir. PA-MR görüntülemede puborektal ve levator ani kası ile birlikte internal-eksternal sfinkterler, anal kanal gibi anatomik yapılar görüntülenebilir (59).

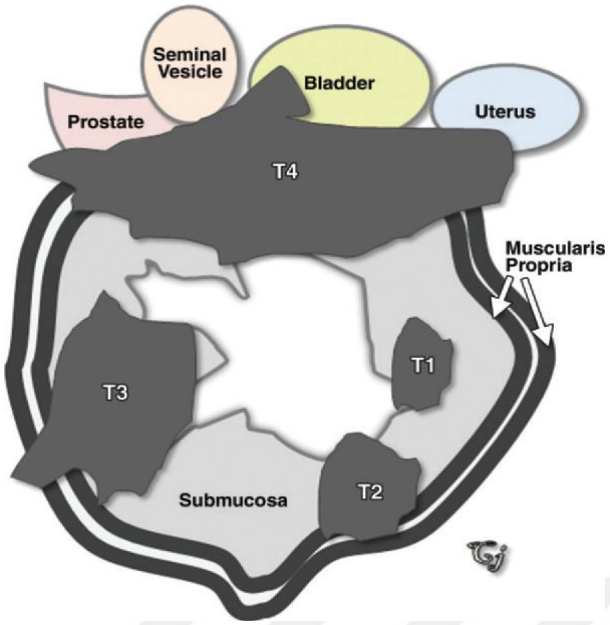
Primer rektum tümörü MR görüntülemesi; tümör evresi, muskularis propria dışına invazyon derinliği ve mezorektal fasya, anal sfinkter ve pelvik yan duvar ile ilişkisini belirlemek için kullanılır.

Amerika Kanser Ortak Komitesi (Tümor-lenf nodu-metastaz [TNM]) klavuzları primer rektal tümor evrelemesi için MR görüntüleme kriterlerini geliştirmek için kullanıldı (Tablo 2.3'de gösterilmiştir) (60).

Tablo 2.3. Rektum Kanseri evrelemede TNM Klavuzları

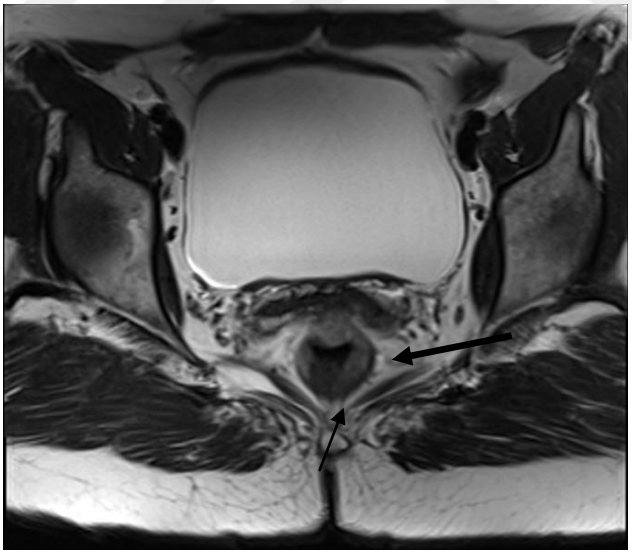
Tanımlayıcı	
Primer Tümör	
Tx	Primer tümör varlığı belirlenememiş
Tis	Tümör in situ sadece mukozada ve muskularis mukozaya ilerlememiş
T1	Tümör submukozada
T2	Tümör muskularis propriaya invaze
T3	Tümör muskularis propriadan mezorektuma ilerler
T3a	Tümör muskularis propriayı 5 mm den az geçmiş*****
T3b	Tümör muskularis propriayı 5 -10 mm geçmiş*****
T3c	Tümör muskularis propriayı 10 mm den fazla geçmiş*****
T4a	Tümor visseral peritona girer
T4b	Tümör komşu yapı/organları direk invaze ediyor veya yapışık
Lenf nodu	
Nx	Bölgesel lenf nodu varlığı belirlenememiş
N0	Bölgesel lenf nodu metastazı yok
N1a	1 adet bölgesel lenf nodu metastazı
N1b	2 veya 3 adet bölgesel lenf nodu metastazı
N1c	Subserozada, mezenter, veya nonperitonealize perikolik veya perirektal dokularda bölgesel lenf nodu metastazı olmadan tümör depozitleri
N2a	4 -6 bölgesel lenf nodu metastazı
N2b	7 veya daha fazla bölgesel lenf nodu metastazı
Uzak metastaz	
M0	Uzak metastaz varlığı belirlenememiş
M1a	Tümör bir uzak organ veya tarafa sınırlı (karaciğer, akciğer, over, bölgesel olmayan lenf nodu)
M1b	Tümör birden fazla organa veya tarafa veya peritona yayılmıştır
Evre	
0	Tis, N0, M0
I	T1–T2, N0, M0
IIA	T3, N0, M0
IIB	T4a, N0, M0
IIC	T4b, N0, M0
IIIA	T1–T2, N1, M0; T1, N2a, M0
IIIB	T3–T4a, N1, M0; T2–T3, N2a, M0; T1–T2, N2b, M0
IIIC	T4a, N2a, M0; T3–T4a, N2b, M0; T4b, N1–N2, M0
IVA	Herhangi T, Herhangi N, M1a
IVB	Herhangi T, Herhangi N, M1b

Not— Amerika Kanser Ortak Komitesi evreleme sisteminden adapte edildi (60).
***** RSNA Radioloji rapor şablonundan adapte edildi (61).



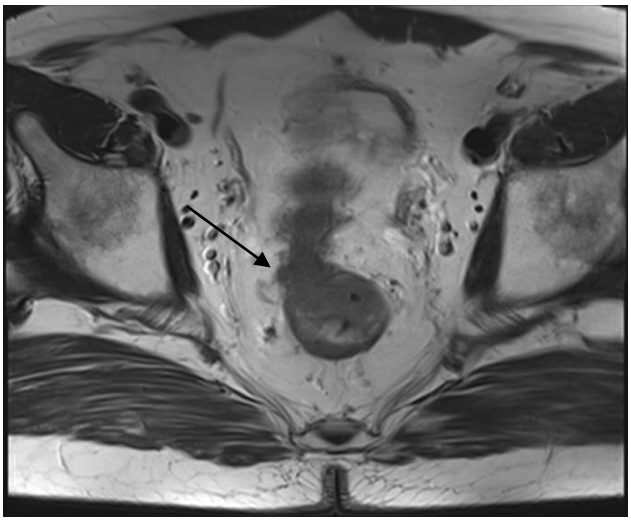
Şekil 2.3. Rektum kanseri tümör evrelemesi şematizasyonu

Evre T1 tümörler submukoza; evre T2 tümörler muskularis propria (oklar) yı invaze eder, evre T3 tümörler muskularis propriyayı geçer, evre T4 tümörler komşu organları veya peritonu tutar.



Şekil 2.4. T2 tümör

T2 Ağırlıklı MR görüntüsünde, rektum ön duvarında geniş tabanlı polipoid kitle. Muskularis propria ince hipointense çizgi (kalın ok) şeklinde görülür. Tümörün muskularis propriaya fokal penetrasyonları görülüyor (ince ok).

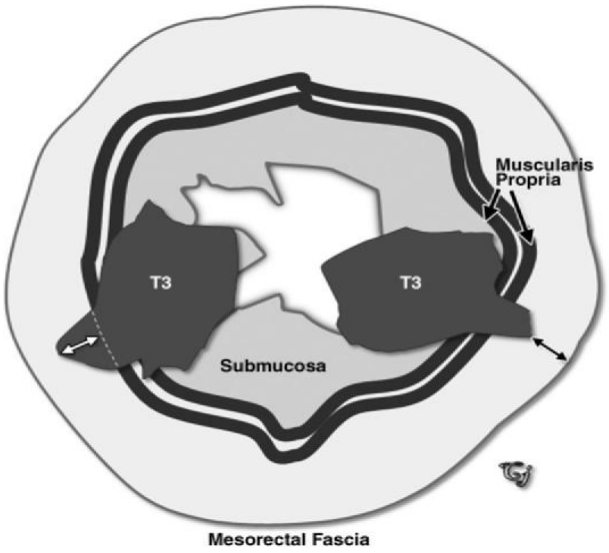


Şekil 2.5. T3 tümör

Aksiyel T2 ağırlıklı MR görüntüsünde kitle muskularis propriayı infiltre ederek mezorektal yağ dokuya ilerlemiş.

Bu kriterler, T2 ağırlıklı görüntülerde rektal duvar anatomisine ve tümörün submukoza ve muskularis propriyayla ilişkisine (Şekil 2.3) dayanır. T2 ağırlıklı görüntülerde, evre T1 tümörler hiperintens tabaka olarak görülen submukozaya sınırlı, evre T2 tümörler hipointens tabaka olarak görülen muskularis propriaya invazedir (Şekil 2.4); ve evre T3 tümörler muskularis propriadan mezorektal yağ dokuya ilerler (Şekil 2.5).

MR görüntülemenin doğruluğu radyoloğun deneyimine dayanır ve gözlemciler arası ve gözlemciler içi belirgin değişkenlik gösterir (53,54,57). Fibrozisi tümör infiltrasyonundan ayırmak zordur (39). İleri evre T3 tümörlerde MR görüntüleme yüksek doğruluk oranlarına sahipse de, erken evre T3 tümörleri evre T2 tümörlerden ayırmak için önemli deneyim ve iyi kalitede görüntüler gerekir (39,53)



Şekil 2.6. Rektum duvarında iki evre T3 tümör görüntüsü

Beyaz çift yönlü ok muskularis propriayı aşan invazyon derinliğini, siyah çift yönlü ok tümörün mezorektal fasya ile ilişkisini gösteriyor.



(a) **(b)**

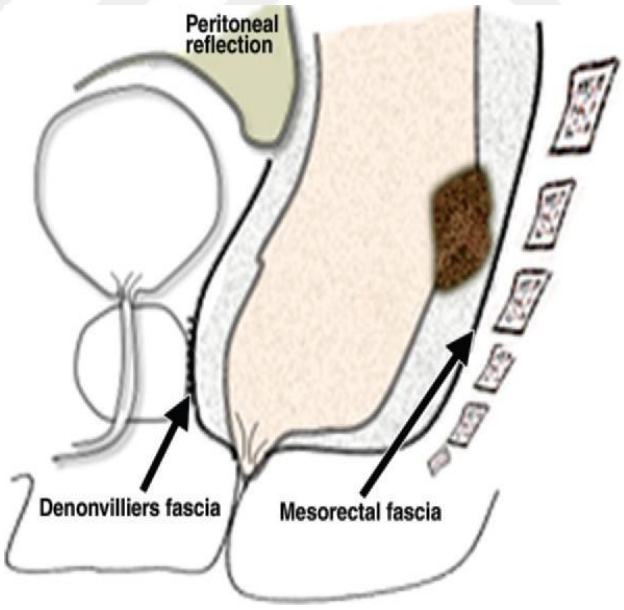
Şekil 2.7. Muskularis propria dışındaki invazyon derinliği

(a) T2 ağırlıklı MR görüntüsünde muskularis propriadan perirektal yağ dokuya tümör yayılımı (siyah oklar). Kalan muskularis propria ince hipointens çizgi şeklinde görülüyor (beyaz ok). **(b)** Farklı hastadan elde edilen muskularis propriayı (beyaz ok) aşan belirgin tümor infiltrasyonunu (siyah ok) gösteren T2 ağırlıklı MR görüntüsü. Okbaşı mezorektal fasyayı gösteriyor.

TNM evrelemede muskularis propria dışındaki tümör invazyon derinliği göz önünde bulundurulmamıştır, ancak bu büyük klinik öneme sahiptir. Tablo 2.4.7.3.1'de, Amerika Kanser Komitesi rektal kanser evreleme kriterlerini muskularis

propria dışındaki invazyon derinliğini kapsayacak şekilde modifiye etmiştir. Evre T3a-T3c tümörlerin tanımları standart MR raporlama kriterlerinin, Kuzey Amerika Radyoloji Derneği'nin primer rektum kanseri için rapor şablonuyla birleştirilmesinden oluşturulmuştur (61).

Muskularis propriayı aşan tümör invazyon derinliği 5 mm'yi geçerse 5 yıllık sağkalım oranı lenf nodu tutulumundan bağımsız olarak %85'ten %54'e düşer (62). Bu, prognoz ve tedavi açısından ileri evre T3 tümörlerden ayrı olarak erken evre T3 tümörler (<5 mm invazyon) ve evre T2 tümörlerin bir arada gruplandırılabileceğini akla getirir (Şekil 2.6 ve şekil 2.7). Manyetik Rezonans Görüntüleme ve Rektum Kanseri Avrupa Eşdeğerlik Çalışması (MERCURY), çok merkezli bir çalışmadır ve bu çalışmada muskularis propriayı aşan tümör invazyon derinliğini saptamada yüksek çözünürlüklü T2 ağırlıklı MRG'nin önemli bir yöntem olduğu ve değişik merkezlerce tekrarlanabilir olduğunu saptamıştır (63). Bu çalışma grubu, aynı zamanda muskularis propriayı aşan tümör invazyon derinliğinin MR görüntülemeler ve histopatolojik değerlendirmelerde 0,5 mm içinde eşdeğer olduğunu belirlemiştir (63).



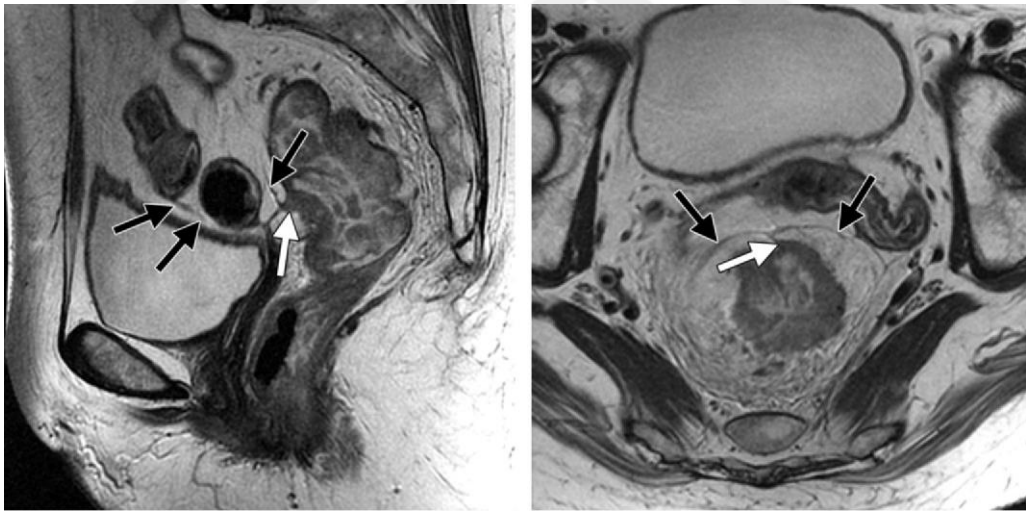
Şekil 2.8. Pelvisin sagittal görünüş çizimi

Rektumdan kaynaklanan ve mezorektal yağ dokuyu invaze eden tümörü (kahverengi) gösteriyor. Mezorektal fasya sakrumun önü boyunca uzanır. Presakral fasya, mezorektal fasyadan genellikle ayrı olarak ayırt edilemez, önde mezorektal fasya Denonvillier fasyayı oluşturur.

Tümörün diğer anatomik yapılarla ilişkisi:

Mezorektal Fasya*:* Mezorektal fasya rektumu, mezorektal yağ dokuyu, lenf nodlarını ve lenfatik damarları sarar. Tümörün mezorektal fasya ile ilişkisi cerrahi planlama için kritiktir ve tümör evresinden farklı olarak MR görüntülemeyle yüksek doğrulukta saptanabilir. Tümör ve rezeksiyon sınırı arasındaki mesafe 1 mm'den fazlaysa lokal rekürrenste azalma olduğu gösterilmiştir (64). Buradaki ölçülen mesafe mezorektal fasya ile (a) tümör sınırı, (b) mezorektumdaki tümör depoziti, (c) damardaki tümör trombüsü veya (d) malign lenf nodu arasındaki mesafedir (65).

Peritoneal refleksiyon: Sagittal T2 ağırlıklı görüntülerde, periton proksimal rektumun anteriorunda hipointens lineer yapı olarak görülür. Aksiyal görüntülerde, V şeklindedir. Peritoneal refleksiyon en iyi sagittal veya koronal T2 ağırlıklı görüntülerde seçilir. Peritoneal refleksiyona invazyon gösteren tümörler evre T4a lezyonlar olarak kategorize edildiğinden tümör ile peritoneal refleksiyon arasındaki ilişki evrelemede önemlidir (65) (Şekil 2.9).



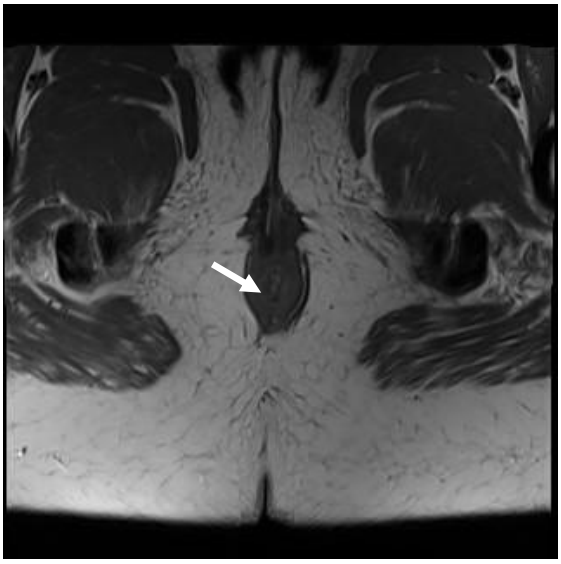
(a) (b)

Şekil 2.9. Tümörün peritoneal refleksiyon ile ilişkisi

(a) Sagittal T2 ağırlıklı görüntü peritoneal refleksiyonu ince hipointens çizgi şeklinde gösteriyor (siyah oklar) **(b)** Koronal T2 ağırlıklı görüntü benzer bulgular gösteriyor, peritoneal refleksiyon ince hipointens çizgi şeklinde (siyah oklar) ve tümör muskularis propriayı çepeçevre ve peritoneal refleksiyonu önde infiltre ediyor. (beyaz ok).

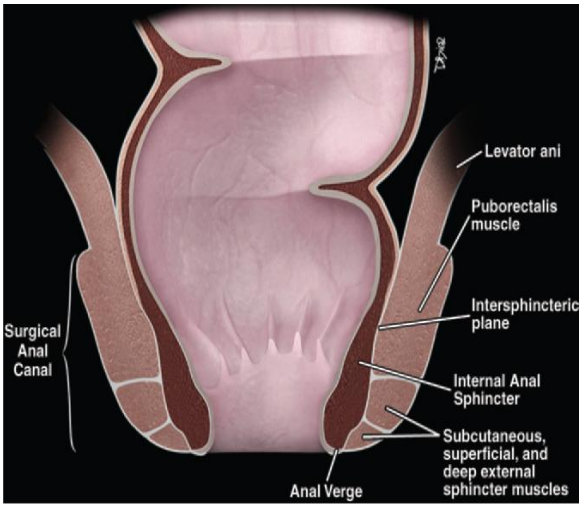
Pelvik Organlar: Primer rektum kanseri ile genellikle ilişkili yapılar uterus, vajina, prostat bezi ve seminal veziküllerdir. Tümörün presakral fasyaya dayanmasının ve sakral sinir köklerin tutulumunun cerrahi planlama için oldukça önemlidir. Proksimal sakruma tümorün yayılımı veya S2 vertebra seviyesinden yukarısında sinir kökü tutulumu tümörü anrezektabl hale getirebilir (65).

Anal Sfinkter: Anal sfinkter, düz kas olan internal sfinkter ve çizgili kastan oluşan eksternal sfinkter kompleksinden oluşur. İnternal sfinkter rektumun sirküler kas tabakasının devamıdır. Rektumun longitudinal kas tabakası internal ve eksternal sfinkter arasında intersfinkterik planda incelerek devam eder. Eksternal sfinkter kompleksi; levator ani kasının en alt tabakası, puborektal askı ve eksternal sfinkter kaslarından oluşur. Puborektal askının en üst kenarı cerrahi anal kanalın en üst kenarını oluşturur (Şekil 2.11). Tümörün puborektalis kasının en üst kenarıyla ilişkisini değerlendirilmesi sfinkter koruyucu cerrahinin uygun olup olmadığını saptamada yardım eder. Bu ilişki en iyi koronal görüntülerde değerlendirilir. Anal sfinkter kompleksinin tümör tutulumu koloanal rekonstrüksiyonlu parsiyel sfinkter rezeksiyonunu gerektirebilir, oysa geniş tutulum sfinkter korumayı önleyecektir (65) (65) (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Koronal T2A MR görüntü

Distal rektumdan anal kanal proksimaline kadar uzanan kitle tarafından sağ önde intersfinkterik mesafe yağ düzleminin silindiği gösteriyor.



Şekil 2.11. Sfinkter anatomisi

İnternal sfinkter rektumun sirküler kas tabakasının kalınlaşması ve devamı olarak görülüyor. Eksternal sfinkter kompleksi levator ani kasının alt bölümü; puborektalis kası; ve derin, yüzeyel ve subkütanöz eksternal sfinkter kaslarından oluşur

Pelvik yan duvar: Rektuma yakın pelvik yapılar (ana, eksternal ve internal iliak damarlar; üreterler; piriformis kası; internal obturator kas; ve sakral sinir kökleri) pelvik fasyanın paryetal tabakası olarak da adlandırılan endopelvik fasyayla kaplıdır. Bazı alanlarda, özellikle üst rektum seviyesinde, bu tabaka pelvik fasyanın visseral tabakası olarak da adlandırılan mezorektal fasyayla yakındır veya birleşmiştir. Presakral bölgede presakral fasya vardır, bu parietal pelvik fasyanın devamıdır ve sakral sinir kökleri ve sakral venleri çevreler. Mezorektal fasya anterior presakral fasyanın ön tarafı boyunca uzanır ve total mezorektal eksizyon için diseksiyon sınırı oluşturan potansiyel retrorektal boşluk ile ondan ayrılır. Orta rektum seviyesinde, endopelvik fasyanın visseral ve paryetal tabakaları MR görüntülerde ayrılabilir (65).

Tümör ile pelvik yan duvar arasındaki ilişki en iyi koronal veya sagittal görüntülerde değerlendirilir (65).

Vasküler İnvazyon: Vasküler invazyon tedavi kararını vermeyi etkilemese de ve patolojik analizde değerlendirilse de, prognostik öneme sahiptir ve eğer mümkünse görüntülemede değerlendirilmelidir (Şekil 2.12).

Genellikle, küçük damar tutulumunu değerlendirmek zordur, orta rektal veya superior rektal arterler veya venler gibi daha büyük damarların tutulumu, damarın

genişlemesi ve tümöre ait sinyal intensitesinin devam eden kesitlerde damar lümeninde görülmesiyle akla gelir (65).



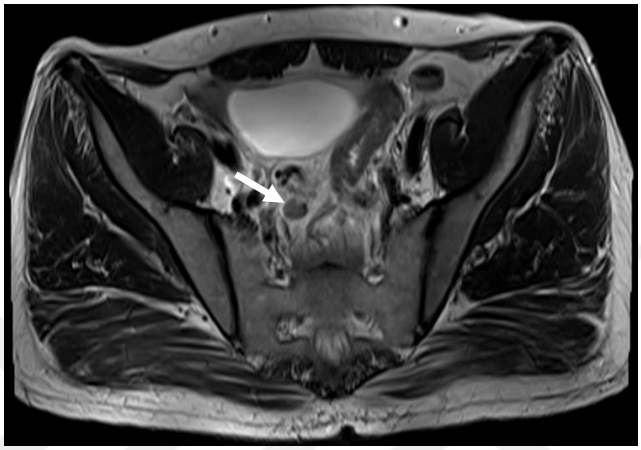
Şekil 2.12. İleri evre rektum tümöründe vasküler invazyon sagittal T2AG görüntüsü

Mezorektal yağ dokuya yaygın infiltrasyon gösteren rektal tümörü gösteriyor (siyah ok).Tümör mezorektal fasyaya dayanıyor (okbaşı). Superior rektal damarların lümeninde tümörün tespiti vasküler invazyonun kanıtıdır (beyaz ok).

Nodal tutulumun değerlendirilmesi: Bölgesel lenf nodu tutulumu varlığına ve sayısına göre Nx, N0, N1, N2 şeklinde değerlendirilir (Tablo 2.2.). Rektum kanserli hastalarda lenf nodu tutulumunu değerlendirme şu nodal grupların değerlendirilmesini gerektirir: Mezorektal, superior rektal ve inferior mezenterik; internal, eksternal ve ana iliak; retroperitoneal; ve yüzeyel inguinal.

Mezorektal fasya sınırlarındaki lenf nodları total mezorektal eksizyon sırasında çıkarılır. Bu lenf nodlarının benign mi malign mi oldukları ve kesin malign lenf nodlarının mezorektal fasyayla ilişkisi değerlendirilmelidir. Eğer lenf nodu tutulumu preoperatif olarak saptanabilirse, rekürrensi önleyecek tedavi yaklaşımını modifiye etmede yararlıdır. Tutulumu olan ekstramezorektal lenf nodları geniş bir preoperatif radioterapi sahası ve geniş cerrahi rezeksiyon gerektirebilir. Lenf nodu boyutunun metastaz varlığını değerlendirmede sınırlı yarar sağladığı tespit edilmiştir. Malign lenf nodlarını malign olmayanlardan ayırmada en sık kullanılan boyut kriteri (5 mm), %68 sensitiviteye ve %78 spesifiteye sahiptir (66,34). Lenf nodu boyutunun sınırlı doğruluğu muhtemelen rektum kanser metastazlarının %30–%50'si 5 mm den küçük lenf nodlarında ortaya çıktığı gerçeğiyle ilişkilidir (67,68).

Son zamanlarda, lenf nodu sınırlarının ve internal özelliklerinin en güvenilir malignite belirteci olduğu bildirilmiştir (66). Lenf nodunun düzensiz veya spiküle sınırlı olması ve heterojen sinyal intensitesine sahip olması metastatik tutulumu akla getiren özelliklerdir. Şekil 2.13 ve şekil 2.14'te lenf nodu tutulumlarına örnekler gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Superior rektal lenf nodu tutulumu

Superior rektal damarlar çevresinde (sigmoid mezokolonda) lenf bezi (kalın ok) gösteriliyor.

Bu özellikleri değerlendirirken superior rektal ve pelvik yan duvarını da içeren önemli tüm lenf nodlarını değerlendirmek gerekir (Resim 2.14).



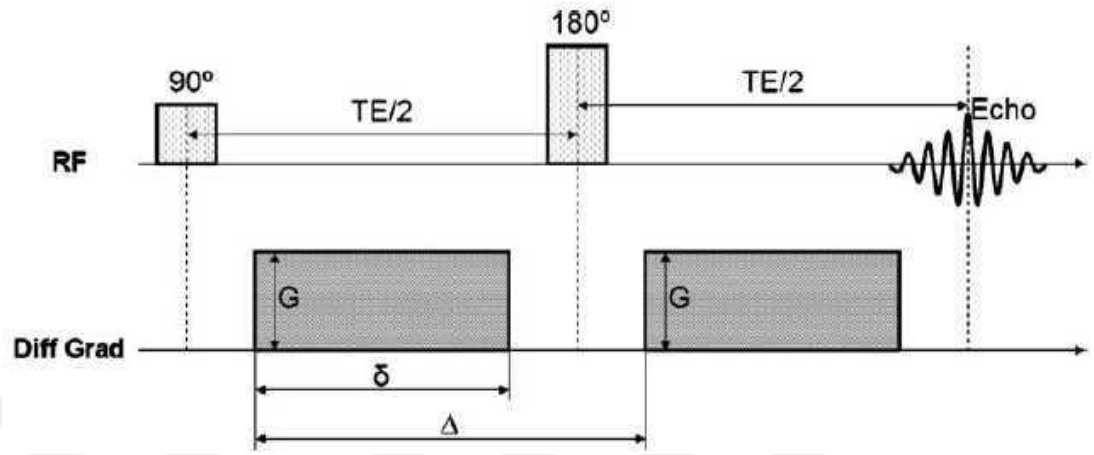
Şekil 2.14. Pelvik yan duvar lenf nodu tutulumu

Koronal T2AG obturator arterin üstünde (siyah ok) heterojen sinyal intensitesinde büyümüş sol obturator lenf nodunu (beyaz ok) gösteriyor.

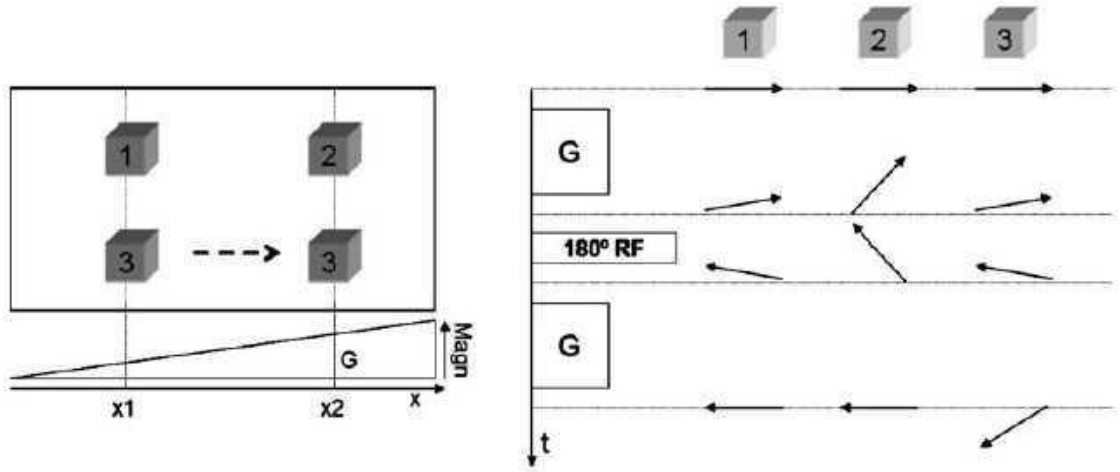
2.4.7.4. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme

Moleküllerin üç boyutlu ortamda yaptıkları ısı bağımlı serbest devinime Brownian hareket denir. Oluşan bu devinim molekülün boyutuna, ortamın ısı ve yoğunluğuna bağlıdır (69). İdeal ortamda ısı kaybı olmadıkça bu hareket tetiklemesiz başlar ve her yönde birbirine eşit olacak şekilde sonsuza dek sürebilir. Bu şekilde oluşan serbest devinime izotropik hareket denir. Serbest su protonlarının yaptıkları bu Brownian hareketin her üç yöndeki bileşenlerinden bir ya da daha fazlasının, dokudaki birtakım anatomik ya da fizyolojik engeller nedeniyle kısıtlanmasına, diğer bir değişle Brownian hareketin yön bağımlı değişikliklerine ise; anizotropi denir. Doku içindeki farklı hücre ve yapıların, farklı dizilim, zar geçirgenliği, homojenite, mikroyapı ve mikrodinamiklere sahip olması bu anizotropinin temel kaynağı olmakla birlikte, tam bir açıklaması henüz yoktur. Hücre dışı ve hücre içi sıvı dinamikleri, dokuda izlenen anizotropinin temel kaynağını oluşturur. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile herhangi bir alan içerisindeki serbest su protonlarının, uygulanan difüzyon gradyenti boyunca yaptığı hareket ölçülür. Bu hareket daha makroskopik düzeyde olduğundan "görünür difüzyon" olarak ta tanımlanır ve bir katsayı (ADC) ile ölçülebilir (70). Difüzyonun manyetizasyonun aktarımı (Bloch) eşitliğindeki etkisi ilk kez 1956'da Torrey tarafından elde edilen MR sinyalindeki artışa neden olan bir MR artefaktı olarak tanımlanmıştır. Oysa MRG, uygun manyetik alan gradyentleri uygulandığında, uygulanan gradyentin yönündeki su moleküllerinin ısı bağımlı serbest hareketlerine (difüzyon) duyarlı hale gelebilir. İlk kez 1965'te Stejskal ve Tanner serbest anizotropik difüzyonun etkisini normal spin ekodan ayırmış ve bunun ayrı bir sekans olarak uygulanabileceğini göstermişlerdir (69). Bu sekansta temel olarak faz kodlama gradyenti boyunca, 180 derecelik geri çevirme pulsu öncesi ve sonrası, aynı güç ve yönde uygulanan iki büyük difüzyon gradyenti ile dokudaki serbest protonlar, gradyentlerin uygulama süreci boyunca difüzyon yapmaya zorlanır (Şekil 2.15). Herhangi bir dokudaki protonlara önce 90 derece radio-frekans (RF) pulsu uygulanır ve protonlar transvers düzlemde in-faz hale geçerler. Sağ taraftaki protonlar daha yavaş, soldaki protonlar daha hızlı spin hareketi yaparlar. Tekrar 180 derece RF pulsu uygulanır ve protonlar vertikal düzlemde tekrar infaz hale geçerler (Şekil 2.16). Bu sırada hareketli olan moleküller önce x1 konumundayken ikinci gradyent uygulandığında x2 konumuna geçerler ve out of-faz

hale gelirler. Out-of faz konumundaki protonlardan daha az sinyal alınacağından, böylece hareketli ve sabit protonlar arasında bir sinyal farklılığı oluşturulmuş olur (71).



Şekil 2.15. Stejskal-Tanner gradyent şeması



Şekil 2.16. Difüzyona duyarlı gradyentin sabit ve hareketli protonlara etkisi

Gradyent uygulaması ne kadar kısa süreli ve geniş amplitüdlü olursa sonuç o kadar iyi olur. Ancak hızlı gradyent çevrimleri eddy akımlarında artışa neden olur. Bu şekilde dokudaki serbest protonların görünür difüzyonları hakkında bir bilgi edinilebilir. Uygulanan bu gradyentlerin güç, süre ve uygulama aralıkları kullanılarak hesaplanan ‘’b değeri’’, elde edilen sekansın difüzyon ağırlığını gösterirken aynı zamanda dokuda oluşan görünür difüzyon katsayısının da sayısal olarak ölçülmesine olanak tanır. b değeri difüzyon sekansında elde edilen sinyal (Denklem 1a) (71).

Denklem 1a

$$b = \gamma^2 * G^2 * \delta^2 * \left(\Delta - \frac{\delta}{3}\right)$$

Denklem 1b

$$S_i = S_0 * e^{-b_i * ADC}$$

şeklinde ölçülebilir. Burada γ giromanyetik oranı, δ uygulanan difüzyon gradyentinin süresini, G uygulanan difüzyon gradyentinin gücü, Δ ise iki gradyent arasındaki süredir. Denklem 1a'da tanımlandığı gibi, difüzyon gradyentinin gücü ve süresi b değeri şeklinde tanımlanabilir. Elde edien b değeri direkt uygulanan difüzyon gradyentinin gücü ve süresi ile doğru orantılı olduğundan, bize görüntünün difüzyon ağırlığını gösterir. Bu denklemden (1a)'de anlaşılabileceği gibi, daha yüksek manyetik alan gücü (γ) ve daha güçlü gradyente (G) sahip sistemlerde daha fazla difüzyon ağırlığı elde edilebilir. Başka bir deyişle daha yüksek manyetik alan gücüne sahip sistemlerde daha kaliteli görüntüler ve daha fazla difüzyon bilgisi elde edilebilir. Protonların serbest Brownian hareketi sonucu oluşan faz kayması denklem 1 b'de de tanımlandığı gibi sinyal kaybına neden olur. Sonuçta, difüzyon ağırlıklı görüntülemede, difüzyona uğrayan serbest protonlar intravoksel faz değişikliği yaparak tersinir sinyal kaybına yol açarken, serbest difüzyonun herhangi bir nedenle (enfarkt, kitle, parankimal hastalık vs.) kısıtlandığı voksel içinde bu faz değişikliği olmayacağından ya da daha az olacağından zemine göre göreceli bir sinyal artışı izlenir. Ancak süregelen klinik MR uygulamaları sonrası, bu tekniğin dokunun tüm difüzyon özelliklerini göstermede yetersiz kaldığı ortaya konulmuştur.

Difüzyon ağırlıklı görüntülemede hızlı difüzyon gösteren protonlar T2 sinyalindeki kayıp nedeniyle düşük sinyalli (koyu), yavaş difüzyon gösteren ya da hareketsiz protonlar ise T2 sinyalinde fazla değişiklik olmaması nedeniyle yüksek sinyallidir (parlak). Difüzyon ölçümünde uygulanan gradyent şiddeti (b değeri) arttıkça hareketli protonlardaki faz dağılımı ve dolayısıyla sinyal kaybı artar.

Difüzyon ağırlıklı görüntülerde (DAG), dokuların dizilimine bağlı olarak difüzyon değişik yönlerde farklı olarak; örneğin superior-inferior doğrultuda yapılan incelemede, ölçüm eksenine paralel seyreden lifler boyunca difüzyon hızlıdır (düşük sinyal). Ölçüm eksenine dik seyreden lifler boyunca ise difüzyon yavaştır (yüksek

sinyal). Doku dizilimine bağlı difüzyon hızındaki farklılıklar (difüzyonel anizotropi) doku striktürü ile ilgili bilgi vermesi açısından yararlıdır; ancak dikkatli yorumlanmazsa hatalı tanılara yol açabilir. DAG'de kontrastı oluşturan difüzyonun yönü, büyüklüğü ve T2 sinyalidir.

DAG'de, kısıtlanmış (yavaş) difüzyon yüksek sinyal, hızlı difüzyon ise düşük sinyal olarak izlenir. Ancak DAG'de, kontrastı oluşturan difüzyon sinyalinin yanı sıra T2 sinyalidir. Yani T2 hiperintens lezyonlar, kısıtlanmış difüzyon olmasa bile DAG'de yüksek sinyalli görünür ve kısıtlanmış difüzyonu taklit eder. Buna ''T2 parlaması'' (T2 shine- through) denir (72).

2.4.7.4.1. Görünen difüzyon katsayısı (ADC)

ADC sıvının iç difüzyon ile yer değişiminin ortalamasının karesinin difüzyon zamanının iki katına oranı hesaplanarak işlem dışı bırakılmasıyla elde edilir. Moleküllerin içerisinde difüzyona uğradığı yapının kompozisyonu ve mikroyapısına duyarlıdır.

"b faktörü" Tanner tarafından tanımlanmış olan difüzyon ağırlığının ölçütü olup, ADC'yi MR sinyal kaybına bağlamaktadır.

$SI = SI_{(0)} * e^{-b*ADC}$

S: ölçülen eko magnitüdü (sinyal intensitesi)

S(0): difüzyon gradiyentleri olmadan ölçülen eko magnitüdü (b=0)

b: difüzyon ağırlığının derecesinin ölçütü

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

ɣ: giromanyetik oran

G: amplitüd

δ: Difüzyon gradiyenti süresi

Δ: Difüzyon gradiyentleri arasındaki süre

Difüzyon faktörü olan b, mm^2/sn olarak ölçülür. Formülden de anlaşılabileceği gibi, b değerini etkileyen faktörlerin değiştirilmesi ile farklı b değerleri elde edilebilir.

$SI=SI_{(0)} * e^{-b*ADC}$ formülünden de anlaşılabileceği gibi, sabit bir b faktörü kullanılırsa, yüksek ADC"li dokulardan daha düşük sinyal ortaya çıkacaktır. Eğer

farklı b değerleri ile difüzyon ağırlıklı imajlar alınacak olursa, bunlarda piksellerdeki sinyal yoğunluklarına değerler atanarak, her pikselde gerçekleşen difüzyon ağırlığı hesaplanabilir. Bu yöntemle elde edilen sonuca ADC haritası adı verilir ve bu haritalar herbir voksel için 3 farklı yönde (x,y,z) hesaplanmış ADC değerlerinin ortalaması oluşturularak elde olunur. Difüzyon ağırlıklı görüntülemede kullanılan sekanslarda T2 ağırlığı da olduğundan, etkisini ortadan kaldırmak için, sadece ölçülen difüzyonun görülebilmesi içinde ADC haritaları kullanılır. Eğer formüle $ADC=-In\ (SI/SI_{b=0})^{/b}$ açısından bakarsak, artmış ADC'nin difüzyon ağırlıklı görüntülerde azalmış sinyal intensitesine yol açacağı fark edilebilir. Bu nedenle ADC haritalarında difüzyon kısıtlamaları, difüzyon ağırlıklı imajların aksine hipointens olarak izlenmektedir. Yine aynı formülden düşük b değerlerinde T2'nin etkisinin arttığı çıkarılabilir. Kantitatif analiz yapılmak istenirse ilgi alanı anlamına gelen (ROI) belirlenerek, bu alan içerisinde kalan voksellerde ortalama ADC değerleri ölçülebilmektedir (73).

2.4.7.4.2. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme sekansları

Spin-eko (SE) sekanslar: Spin-eko sekansı MRG'de konvansiyonel sekans olarak bilinir ve MRG'de halen en sık olarak kullanılan sekansdır. 1950 yılında Hahn tarafından geliştirilen bu sekans 90 ve 180 derece RF pulslardan oluşmaktadır.

180 derece RF atımı sayesinde T2* (statik manyetik alan düzensizlikleri) etkilerinden bağımsız olarak, T2 ekosunun ölçülmesi ile elde olunmaktadır. Ancak elde etmek için gerekli sürenin uzun olması nedeniyle harekete oldukça duyarlı olup, Nyquist artefaktları sık olarak izlenmektedir. Hayalet artefaktlarını ortadan kaldırmak amacıyla "Navigatör eko" kullanılabilir. Hareketin oluştuğu durumlarda, sıralı iki navigatör eko arasındaki faz farkı birbirinden çıkarılarak ortadan kaldırılabilir. "k-alanının" radyal şekilde doldurulması da bir çözümdür.

Hızlı spin-eko (FSE) sekanslar: Spin-eko sekanslarının modifikasyonları ile elde edilirler. Daha kısa sürede tarama yapılabilmesi önemli avantajlarıdır. Bunu sağlayabilmek için her TR aralığında çok sayıda tekrar odaklama sağlayan RF atımları uygulanır ve ekolar arasında kısa sürelerle faz kodlama gradiyentleri açılıp, kapatılır. Bu sayede her uyarım atımı sonrasında TR aralığında farklı faz kodlamalarla çok sayıda eko elde edilmiş olur. Spin-ekoların arka arkaya gelmeleri

nedeniyle bu spin-ekolara eko-treni denilir ve elde olunan eko sayısı eko-tren uzunluğu olarak (ETL) tanımlanır.

FSE sekansları, klasik spin-eko sekanslara göre sadece hızlı değildir. TR süreleri olabildiğince çok RF atımı gönderebilmek için daha uzundur. Bu nedenle FSE sekanslar T2 ağırlıklı görüntülemelerde faydalı olmaktadır. T2 ağırlıklı görüntülemelerde TE süreleri de SE sekanslara göre daha uzundur.

Single shot hızlı spin-eko sekanslar (SSFSE): Single shot hızlı spin-eko sekanslar (SSFSE) ve yarı-fourier görüntü elde etmeli single shot hızlı spin-eko (half-fourier acquisition single-shot turbo spin echo) (HASTE) sekanslar 1 saniye ve altında tarama yapabilen çok hızlı MR tekniklerinin diğer isimleridir. Bu tekniklerde k-alanı tamamen doldurulmamaktadır. "Single shot" ile ifade edilmek istenilen, sadece tek bir RF atımı ile k-alanı çizgilerinin yarısının doldurulmasıdır. Görüntüleme çok hızlı gerçekleşmekte ve hareket artefaktları en aza indirilmektedir. Uzun eko zamanları nedeniyle, SSFSE veya HASTE görüntüleri, uzun TE değerine sahip (örn. sıvı içeren) dokuları daha belirginleştirirken, diğer dokularda baskılanmaya yol açar. Bu nedenle bu sekanslar ayrıca MR kolanjiografi, myelografi ve ürografi amacıyla da kullanım alanı bulmuştur.

Çok-ekolu sekanslar (Multi-Eko): Tek bir döngüde SE sekanslarda çok sayıda eko elde edilebilir. Ek ekolar, frekans kodlama gradiyentinin tekrarlayan ters dönmeleri sırasında oluşturulan çoklu gradiyent ekoları sırasında ek olarak uygulanan 1800 tekrar odaklama atımları ile ortaya çıkarılır. Çoklu eko sağlayan sekanslar sayesinde farklı T2 ağırlıklarında ve farklı eko zamanlarında sekanslar elde edilebilmektedir (Örnek; proton yoğunluklu sekanslar). Bunun yanısıra veri toplanmasını hızlandırarak, çok hızlı görüntüleme yapılmasını sağlamaktadırlar.

Kararlı durumda serbest presesyon sekansları (SSFP): Gradiyent eko sekanların özel bir çeşidi olan bu sekansta tek bir RF atımı tarafından yaratılan transvers manyetizasyon çok sayıda ekonun oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Diğer bir deyişle, bu sekanslarda sabit yatay veya dikey sabit ve kararlı bir manyetik alan elde edilmeye çalışılmaktadır. Bunun için kısa aralıklarla RF atımları uygulanmaktadır, sonra RF atımları ile kararlılığı devam ettirilir. RF atımları arasında difüzyon gradiyentleri uygulanır. Ancak RF atımlarının yatırma açısı 180 dereceden küçük olduğu için yatay ve dikey manyetizasyonlar eski hallerine kısmen

geri dönebilmektedir. Bu sebeple b değeri ve buna bağlı olarak sinyal intensitesi değişkenlik gösterir ve fiziksel sabitler hesaplanamaz.

Eko-düzlemsel görüntüleme (EPI): Eko-düzlemsel görüntüleme (Ekoplanar) (EPI), dinamik ve fonksiyonel MR görüntüleme için de kullanılan, en hızlı veri toplama tekniğidir. Bu metod hızlı ve güçlü frekans kodlama gradiyentleri gerektirir. Eko-treni 128 ekodan oluşabilmektedir. Bu yöntemle 256x128 çözünürlükte bir görüntü 70 ms gibi kısa bir sürede elde edilebilmektedir. Ancak bu yönteminde kendine ait eksileri mevcuttur. Bunlar arasında hızla açılıp-kapanan manyetik alan gradiyentlerinin yol açtığı manyetik alan düzensizlikleri sonucunda imaj bozulmaları, düşük sinyal gürültü oranı, T1 etkisi olmadığından düşük kontrast oranı sayılabilir. Ayrıca T2* sinyalinin hızlı kaybolması nedeniyle eko toplamak için az zaman kalması nedeniyle kuvvetli ve hızlı gradiyentler gerekmektedir. Hızlı değişim gösteren kuvvetli manyetik alanlar hem Eddy artefaktlarına yol açabilir, hemde sinir stimülasyonu yaparak hastaya zarar verebilir.

Satır tarama difüzyon tekniği (LSDWI): Satır taramalı difüzyon, duyarlı gradiyenti olan bir spin-eko sekansıdır. Standart bir spin-eko sekansında 90 ve 180 derecelik uyarıcı atımların (eksitasyon pulsu) etki gösterdikleri düzlemleri aynıdır. Satır taramalı difüzyon tekniğinde, bu düzlemlere eğim verilerek, iki düzlemin kesiştiği alandan veri toplanır. Bu uyarılmış alandan gelen eko frekans kodlamalı olup, tek boyutlu Fourier değişimi veri satırı üzerine uygulanmaktadır. Her faz kodlama basamağında elde olunan veriler birleştirilerek iki boyutlu görüntü elde edilir. Her TR periyodunda bir satırlık veri elde olunmaktadır (74).

2.4.7.4.3. Difüzyon ağırlıklı görüntülemede artefaktlar

Difüzyon ağırlıklı görüntüler kısa TE zamanları nedeniyle temelde T2 ağırlıklı görüntüler olup, T2"de değişikliğe yol açan herşeyden etkilenirler. T2 uzamasının etkisi, en iyi bilinen artefaktlardan olan T2-parlama (T2 shine-through) etkisine yol açmaktadır. Daha az bilinenleri ise ADC ve T2 arasında dengelenme oluşumu olan T2-yıkanması (T2 wash-out), T2 kısalmasıyla oluşan T2-kararması (T2 black-out) ve manyetik suspektibilite artefaktlarıdır. Bunların altında yatan mekanizmayı anlamaya çalışırsak;

$SI=SI_{b=0}\ e^{-bADC}$

$SI_{b=0}=kSD(1-e^{-TR/T1})e^{-TE/T2}$ olduğuna göre;

$SI=[Ksd(1-e^{-TR/T1})e^{-TE/T2}]*e^{-bADC}$ olacaktır.

Formülden de anlaşıldığı gibi TR'nin T1'den büyük olduğu durumlarda;

$SI=[kSDe^{-TE/T2}]*e^{-bADC}$ olmaktadır.

TR: Tekrarlama zamanı

k: Sabit

$SI_{b=0}$: b0 değerinde spin-eko eko-düzlemsel görüntünün sinyal intensitesi

T2 etkisini ortadan kaldırabilmek için eksponansiyel görüntüler kullanılmaktadır. Difüzyon ağırlıklı görüntü b=0 görüntüsüne bölünerek eksponansiyel görüntüler elde edilir. Eksponansiyel görüntüdeki sinyal intensitesinin hesaplanması için kullanılan formül aşağıda belirtilmiştir.

$SI_{eDWI}=SI/SI_{b=0}=e^{-bADC}$

Bu formüle göre elde olunan görüntüde T2 etkisi ortadan kalkmış olur. ADC haritalarının tersine eksponansiyel görüntülerde artmış intensite, artmış ADC'yi göstermektedir (75).

T2-parlaması (T2 shine-through): T2 uzamasına bağlı olarak difüzyon ağırlıklı görüntülerde hiperintensitenin izlendiği bir durumdur. Eğer aynı zamanda ADC düşerse, difüzyon ağırlıklı görüntülerde hiperintensite belirginleşir. Eksponansiyel görüntüler T2 etkisini ortadan kaldırdığı için bu artefaktın gerçek bir kısıtlamadan ayrımında kullanılmaktadır (75).

T2-yıkanması (T2 wash-out): T2 yıkanması, T2 imajlarda izlenmekte olan hiperintensite ile artmış ADC"nin dengelenmesidir. Artmış ADC ve T2 hiperintensitesi, difüzyon ağırlıklı görüntülerde, izointensiteyle sonuçlanır (Örn: Beyinde vazojenik ödem) (75).

T2-kararması (T2 black-out): T2 kararması difüzyon ağırlıklı görüntülerde T2"de izlenmekte olan sinyal kaybının, ADC'ye baskın çıkarak hipointens olarak izlenmesidir. Sıklıkla hematomlarda izlenen bir bulgu olup, hematomların yapıları nedeniyle suspektibilite artefaktları sıklıkla eşlik eder (75).

Eddy akım artefaktları: Bir iletken değişken manyetik alanda bırakılırsa veya sabit bir manyetik alanda hareket ettirilirse, iletken içerisinde bir akım oluşur.

Eko-düzlemsel puls sekanslarında hızla gradiyentler açılıp kapandığından, gradiyent dalgaları bozulmaya uğrar ve bu da imajlara bulanıklaşma (blurring) ve hatalı kayıt artefaktları (misregistration) olarak yansır. Difüzyon görüntülemede bu artefaktlar hem eko-düzlemsel gradiyentler, hemde motion-probing gradiyentler tarafından oluşturulur. İmaj bozunmasının düzeltilmesi ADC değerlerinin doğru elde edilmesi için önem taşır. Bu artefaktları etkisiz bırakabilmek için; işlem sonrası program tarafından düzeltmeler, işlem öncesi artefakt yaratarak bunu son görüntüden çıkartma ve manyetik kalkanlı gradiyentler kullanılmaktadır (75).

Duyarlılık artefaktları: Tek atım eko-düzlemsel görüntülemeler, özellikle paramanyetik suspektibilite etkilerine bağlı olan frekans ve faz hatalarına karşı oldukça duyarlıdır. Bu artefaktlar özellikle faz kodlama doğrultusunda belirginleştiğinden, aksiyal görüntü alırken faz kodlama ön-arka şeklinde alınmamaktadır. Bu artefaktların etkisini azaltabilmek için; okuma zamanını azaltan çok-atışlı eko-düzlemsel görüntülemenin kullanımı (multi-shot echo-planar imaging), satır tarama (line-scan), tek-atış hızlı spin-eko (SSFSE), periyodik dönerek üst üste gelen paralel satırların gelişmiş yeniden yapılandırılması (PROPELLER), duyarlı kodlama (SENSE)/(ASSET), k-uzayının azaltılmış örneklemesi kullanılmaktadır (75).

Hayalet artefaktı (Nyquist ghost): K-boşluğunun tek ve çift satırları arasında farklılık oluştuğunda ortaya çıkar. Faz hatasına bağlıdır. Faz hataları, eddy akımları, tek ve çift eko zamanının hatalı ayarlanması, gradiyent hataları ve okuma gradiyentlerinin açılıp-kapanması sırasında oluşan manyetik alan uyumsuzlukları nedeniyle oluşur. Hayalet artefaktları her zaman görüntü alanının (Field of view, FOV) faz kodlama doğrultusunda yarısı kadar kayması olarak izlenir. ADC hesaplaması yapılırken önemli sapmalara yol açabilir. Düzeltmek için Eddy akımlarının azaltılması, manyetik alanın homojen olarak ayarlanması, yüksek b değeri kullanılması, sıvı-baskılamalı (FLAIR) difüzyon ağırlıklı görüntüleme kullanılması gereklidir (75).

Kimyasal kayma artefaktı: Eko-düzlemsel difüzyon ağırlıklı görüntülemede, yağ ve suyun faz kodlama yönündeki farklı rezonans frekansları nedeniyle oluşmaktadır. Bu artefakt eko-düzlemsel görüntülemede, spin-eko görüntüleme ile karşılaştırıldığında daha belirgin olup, yağ baskılama tekniklerinin

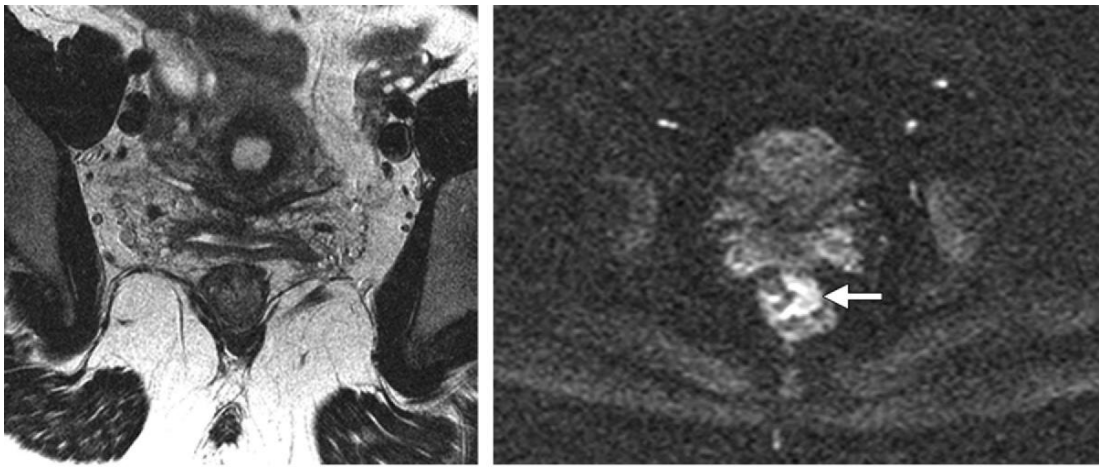
kullanılması veya seçici frekans uyarım metodlarının kullanımı ile düzeltilebilir (CHESS) (75).

Hareket artefaktları: Difüzyon görüntülemede görüntüler 100 ila 300 milisaniye arasında elde olunduğu için, hareket artefaktlarına diğer MR tekniklerine göre daha az duyarlıdır. Ancak abdominal difüzyon MR incelemelerinde, solunum sırasında oluşan hareket artefaktları ve kardiyak atıma bağlı hareket artefaktları ciddi sorun yaratmaktadır. Solunum artefaktlarından karaciğer için tanımlanmış hepatik anizotropi olarak bilinen özel bir durumda mevcuttur. Hepatik anizotropi, solunum tetiklemeli incelemelerde belirginleşen, ekspirasyon sonunda karaciğer dokusunda solunuma bağlı momentumun akselerasyon veya deselerasyonu ile ortaya çıkan, ADC ölçümlerinde belirgin sapmalara neden olan bir durumdur (75).

2.4.7.4.4. Rektum Tümörü ve diğer tümörlerde difüzyon ağırlıklı görüntüleme

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, konvansiyonel abdominal ve pelvik MR görüntülemenin yanı sıra, onkolojik hastalarda primer ve metastatik tümörlerin tespitini kolaylaştırır (76). Difüzyon ağırlıklı görüntüleme çekim süresinin çok az artmasına neden olur ve günlük pratikte tüm hastalarda yapılabilir. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme'de, arka plan dokular nispeten baskılanır ve çoğu tümör DAG'lerde difüzyon kısıtlanması gösterdiğinden belirgin hale gelir.

Kolorektal tümörleri saptamada, difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme yarar sağlamaktadır (77). Özellikle tümör lokalizasyonunu ve lenf nodu yayılımını saptamada yardımcı olur (Şekil 2.17).



(a) **(b)**

Şekil 2.17. Aksiyel T2A MR ve DAG görüntü

(a) Aksiyel T2A MR görüntü rektum tümörünü göstermiyor **(b)** Aksiyel DAG (b = 500 sn/mm^2) sol rektum duvarındaki küçük tümörü gösteriyor (okla gösterilmiştir).

Lenf nodu tutulumu olduğunda, difüzyon ağırlıklı görüntüleme bunları göstermede çok yararlıdır. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, ADC değerleri ile kemoterapiye cevabı öngörmede yarar sağlar. Düşük ADC değeri tedaviye iyi yanıtı öngörür, bu yüksek sellüler tümörlerde radyoterapiye cevabın nekrotik lezyonlardan daha iyi olmasını yansıtıyor olabilir (78). ADC değeri tümörün kemoterapi ve radyoterapiye yanıtını gösteren erken bir belirteçidir. ADC değerinde yükselme ile saptanabilen hücre ölümü, tümör boyutundaki değişiklikten önce meydana gelir (79). Düşük ADC değerleri daha agresif tümör profiliyle ilişkilidir. Ortalama ADC değerleri ile radyolojik MRF durumu, N evresi ve tümör evresi arasında anlamlı korelasyon bulunmuştur. ADC, tümör agresivite profilinin görüntüleme belirteci haline gelecek potansiyele sahiptir (80).

Yüz altmış dokuz onkoloji hastası üzerinde yapılan bir çalışmada, rutin abdominal MR görüntülerine nefes tutturmalı DAG'nin ilavesinin tek başına konvansiyonel görüntülemeyle karşılaştırıldığında, %40- 46 hastada diğer ek tümör yerleşim yerlerini gösterdiği saptanmıştır (76). DAG'de saptanan ek tümör yerleşim yerleri 43 olguda lenf nodu, 15 olguda peritoneal metastaz, 1 olguda böbrek tümörü, 12 olguda karaciğer tümörü ve 2 olguda kemik tümörü şeklindeydi. İkinci gözlemci için ise difüzyon ağırlıklı görüntülemede saptanan diğer tümör yerleşim yerleri 37 olguda lenfadenopati, 12 olguda peritoneal tümör, 1 olguda böbrek tümörü, 6 olguda

karaciğer tümörü, 4 olguda kemik tümörü ve 1 olguda gastrointestinal tümördü. DAG, %6- %7 hastada konvansiyonel MR tamamen normal iken ek tümöral tutulum yerlerini göstermiştir. DAG'yi değerlendiren çalışmalarda, konvansiyonel kontrastsız ve kontrastlı MR görüntüleme ile karşılaştırıldığında lezyonu tespit etmede benzer üstünlükler saptanmıştır. Parikh ve arkadaşları (81), DAG ve nefes tutturmalı T2 ağırlıklı görüntülemeyi karaciğer metastazlarının saptanması ve karakterizasyonu açısından karşılaştırmıştır. Lezyon karakterizasyonu önemli ölçüde farklı değil iken lezyonu saptama açısından DAG'nin duyarlılığı (87.7%), T2 ağırlıklı görüntülemeden (%70.1) anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme gastrointestinal sistem ve periton gibi solid olmayan karın organlarındaki tümörleri saptamada da yararlı olabilir (77,82,83)

Nörogörüntülemede; DAG'de radyasyon nekrozu ile tümör rekürrensininin maksimum ADC değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (84). Abdomende ise, malign karaciğer tümörlerinin benign karaciğer kistleri ve hemanjiomlara göre belirgin düşük ADC değerlerine sahip olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (81,85). Renal kitleler de difüzyon ağırlıklı görüntüleme'nin kantitatif değerlendirilmesi ile karakterize edilebilir Zhang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (4), renal tümörler benign kistlere göre anlamlı derecede düşük ADC değerleri göstermektedir. Yine bu çalışma göstermiştir ki; solid tümörlerin, nekrotik ya da kistik bölgeler ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük ADC değerleri vardır. Bir çalışmada, kistik böbrek hücre tümörlerin ADC değerleri berrak hücreli tümörlerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Kistik renal hücre karsinomların ADC değeri normal renal parankim ile çakışmaktadır, ancak basit böbrek kistinden daha azdır (86).

2.4.7.5. PET BT ve rektum kanserinin evrelemesindeki yeri

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), insan vücuduna verilen organizmanın temel yapı taşlarında bulunan karbon (C), oksijen (O), azot (N) ve flor (F) atomlarının pozitron ışınımı yapan radyoaktif formlarından yayılan özel nitelikli gamma ışınlarını saptayarak, vücut içerisindeki dağılımını belirleyen ve bunu üç farklı uzaysal düzlemde (transaksiyel, koronal, sagital) kesitsel görüntülere çeviren bir nükleer tıp yöntemidir. Yapısal detaydan çok fonksiyonel ve metabolik aktiviteyi

gösterir. Böylece, birçok patofizyolojik durumda henüz yapısal bozuklukların oluşmadığı dönemde meydana gelen fonksiyonel ve metabolik değişiklikleri saptayabildiği için bu yöntem erken tanı sağlayabilir. Ayrıca bilinen yapısal değişikliklerin metabolik ve/veya biyokimyasal aktivitelerini ortaya koyarak ayrıcı tanıya yardımcı olur (87,88,89,90).

PET görüntülemede en sık kullanılan ajan siklotronda üretilen nispeten uzun yarı ömrü (110 dk) ve bu nedenle çevredeki PET görüntüleme ünitelerine nakledilebilmesi nedeniyle 18-F işaretli bileşiklerden olan 18F-FDG'dir (91).

FDG bir glukoz analoğu olup glukoz taşıyıcı proteinler ile taşınıp (GLUT1-GLUT5) heksokinaz ile FDG-6 fosfata fosforile olmaktadır. Malign hücrelerde, glukoz transport proteinleri ve glikolizi uyaran heksokinaz ve fosfofruktokinaz gibi intraselüler enzim seviyeleri artar. Ancak kanser hücrelerinde glukoz-6-fosfataz aktivitesindeki azalma nedeniyle bu kademeden sonra yıkılamaz ve hücre içinde birikir (91). Bu nedenle temel prensip kanser hücrelerinin artmış glukoz metabolizmaları ile FDG kullanımlarının artışına ve bunun PET kamera ile tespitine dayanmaktadır (89). PET görüntülemenin belirgin avantajlarından birisi lezyonlardaki tedavi öncesi ve sonrasında FDG metabolizmasındaki değişimi kantitatif olarak saptayarak nüks-rezidü konusunda yorum yapabilmeyi sağlamasıdır.

BT'de tümör çapındaki azalmanın değerlendirilmesine kıyasla tedaviye cevabın daha iyi bir belirteci olabilir (89). Ayrıca, tümörün agresivitesi ve uzak metastazlarının değerlendirilmesinde de önem taşımaktadır. Son yıllarda multidetektör bilgisayarlı tomografi (MDBT) sistemleri ile PET sistemleri kombine edilerek PET/BT görüntüleme uygulamaya girmiştir. Bu şekilde hem BT'deki hem PET görüntülemedeki verilerin birleştirilerek aynı imajda izlenebilmesi sağlanarak lezyonların net lokalizasyonu ve lezyonun metabolik aktivitesi ile birlikte görüntülenmesi sağlanmaktadır (89). Eşzamanlı alınan görüntülerden elde edilen veriler iki görüntüleme arasında hastanın hareket etmesinden kaynaklanan uzaysal ve temporal yanlış eşleşmeleri minimalize eder (91).

Normalde korteks çok glikoz kulandığı için beyin yoğun FDG tutar. Myokard tutulumu hastanın açlığı ile ilgili olarak değişir, tokluk durumunda belirginleşir, uzun süreli açlıklarda ise tutulum çok azalır. İskelet kasları aktivasyon durumunda yoğun FDG tutarlar. Bazı gergin hastalarda fiziksel aktivasyon olmaksızın yoğun kas

tutulumu (özellikle baş, boyun ve prevertebral bölgede) görülebilir. Karaciğerde ve dalakta düşük yoğunlukta ve diffüz tutulum görülür. Mediastende nispeten düşük nonspesifik tutulum görülür. Larenks kasları özellikle uptake fazında konuşan hastalarda simetrik olarak belirginleşmiş olarak görülebilir, tek taraflı görülmemesi vokal kord hasarını akla getirmelidir. Tonsillalar simetrik olarak değişken uptake gösterebilir, asimetrik tutulumda inflamasyon veya malignite düşünülmelidir. Gergin hastalarda boyun kaslarında tutulum olabilir. Sublingual bezler görülebilir ve değişkendir. Mide ve barsak tutulumları kişiden kişiye değişkenlik gösterebilmektedir. FDG böbreklerden atıldığı için renal toplayıcı sistem ve mesanede yoğun FDG uptake'i görülür, renal kortekste ise daha az tutulum görülür. Çekimden önce fiziksel aktivite yapılmışsa kas aktivitesi görülebilir, dinlenme halinde ise az görülür. Akut insülin etkisi (postprandial/iatrojenik) de artmış kas uptake'ine neden olabilir Boyunda, supraklavikuler, paraspinal alanda görülebilen kahverengi yağ dokusunda tutulum da bazı hastalarda özellikle genç hastalarda görülebilmektedir. Tiroid aktivitesi ve timus tutulumu da kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir; artmış tiroid aktivitesi tiroiditlerde veya Graves hastalığı, multinodüler guatr veya hiperfonksiyone nodüller gibi tiroid bozukluklarında görülebilirken fokal ve yoğun tutulum tiroid kanserinde görülebilir, timik uptake ise çocuklarda puberteye kadar görülebileceği gibi kemoterapi sonrasında da erişkin hastalarda görülebilir. Testislerde genellikle simetrik olan değişken tutulum olabilir. FDG tümöre spesifik bir ajan değildir inflamatuar lezyonlarda da artmış uptake saptanır (92). Bu yüksek uptake muhtemelen aktif inflamatuar hücrelerdeki belirgin olarak artmış glikoliz hızıyla ilişkilidir. Bazı malign tümörler düşük FDG affinitesi nedeniyle yeterli FDG uptake'i göstermemektedir. En sık rastlanan yanlış negatiflik nedenleri bronkoalveoler kanserler, karsinoidler ve bazı müsinöz kanserler olarak bildirilmektedir (93). Hepatoselüler karsinomda yüksek diferansiye kanser hücreleri FDG negatifken kötü diferansiye kanser hücreleri FDG pozitiftir. Çoğu beyin tümöründe FDG uptake'i normal beyinden fazla değildir (92).

Sonuçta glukoz kullanımı ve metabolizması artmış dokularda FDG daha çok birikeceği için elde edilen PET görüntülerinde normal dokulara göre daha yüksek sayım konsantrasyonu elde edilir. Bunun tersine glukoz metabolizması azalmış

dokular (örneğin epileptojenik bölgeler veya skar alanları) PET görüntülerinde daha düşük sayım konsantrasyonu gösteren odaklar olarak gözükür (93).

Kanserli dokular FDG-PET'de kanser hücrelerinin artan glukoz tüketimini yansıtan pozitif sıcak noktalar şeklinde izlenirler (94). Bu nedenle görüntülerin yorumlanmasında fizyolojik olmayan ve geri plan aktivitesine oranla artmış FDG tutulumu gösteren odaklar araştırılır.

Belirlenen odakların maksimum FDG tutulum yoğunluğu vücuttaki ortalama aktiviteye oranlanarak seçilmiş ilgi alanındaki ortalama aktivite (mCi/ml)/enjekte edilen aktivite(mCi/kg)/vücut ağırlığı (kg) formülüne göre hesaplanmaktadır. SUV bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır ve değerlendirmede standart olarak SUV'un maksimum değeri (SUVmaks) kullanılmaktadır. SUVmaks 2.5'dan büyük olan ve 18F FDG'nin fizyolojik tutulum yerleri dışında olan tutulumlar malign olarak kabul edilmektedir (95).

Tümör çapı, tümör heterojenitesi, kan glukoz düzeyi, FDG enjeksiyonundan sonra geçen süreye bağlı olarak SUV değişir (94). Kolorektal kanserlerin evrelemesinde şu ana kadar yapılan çalışmalar doğrultusunda PET/BT amaç uzak metastazları göstermek ve nüksleri saptamak olmuştur.

Operasyon sonrası skar dokusu ile rezidü/nüks ayrımı yapılabilmesi önemli bir avantajdır. 18F FDG PET/BT'nin uzak metastazı göstermedeki doğruluğu %93.7, sensitivitesi %77.8, spesivitesi ise %98.7 olarak bildirilmektedir. Organ olarak ayrı ayrı değerlendirildiğinde en yüksek doğruluk karaciğer (%99.9) ve akciğerde (%99.9) bildirilmektedir (96). Preoperatif evrelemede ise özellikle T evrelemesinde tümörün metabolik aktivitesi nedeniyle anatomik ayrıntıların görülebilmesinin engelleyebilmektedir. Ancak lezyonların morfolojik özelliklerine dayanan bir görüntüleme yöntemi olmaması nedeniyle BT ve MR'nın gösteremediği malignite odaklarını gösterebilmektedir.

2.4.8. Tedavi Seçenekleri

Rektum kanserli hastaların tedavisindeki amaç, lokal kontrolü sağlamak, sağkalımı artırmak, anal, genitoüriner ve seksüel fonksiyonları korumak, optimal hayat kalitesi elde etmektir. Rektum kanserinin başlıca tedavisi cerrahidir. Rektum kanseri bölgesel kaldığı zaman yüksek oranda tedavi edilebilir bir hastalıktır.

Hastanın genel durumu ve yandaş hastalıkları, tümörün ameliyat öncesi evrelemesi, hastanın istekleri ve ameliyatı yapacak ekibin deneyimi değerlendirilerek en uygun cerrahi yöntem belirlenir. Radikal cerrahide amaç; tümörlü barsak bölümünün, mezorektumun, bölgesel lenf nodlarının çıkarılması olmalıdır. Palyatif cerrahi rezeksiyona müsait olmayan bölgesel hastalık, yaygın uzak metaztaz ve hastanın durumunun radikal cerrahiye müsait olmadığı durumlarda uygulanır. Kemoterapi ve radyoterapiye cerrahi tedavinin tamamlayıcısı (adjuvan) olarak ya da cerrahi öncesi tümörün büyüklüğünü küçültmek (neoadjuvan) ve lokal nüksün sağaltımı için başvurulur.

Rektumu 1/3 üst, 1/3 orta ve 1/3 alt rektum olarak ayırırsak, tümörün bu bölümlerdeki yerleşimine göre çeşitli ameliyat teknikleri uygulanır.

Abdominoperineal rezeksiyon (Miles Ameliyat); Sigmoid kolon ve mezosunu, rektum ve mezorektumu, levator ani kasını, anal sfinterleri, anüs, anal kanal, çevredeki deri ve derialtı dokusunu organın lenfatikleriyle beraber çıkarılmasıdır. Proksimaldeki kolon batın duvarına ağızlaştırılır. Alt tarafta perine primer kapatılır. 1/3 alt rektum ve anal kanal tümörlerinde uygulanan bir ameliyat tekniğidir.

Rektumun üst ve orta 1/3 kısmına yerleşen tümörlerde ve alt 1/3 kısmın üst bölümüne yerleşen tümörlerde anal sfinkterleri koruyarak radikal cerrahi girişimler yapmak mümkündür. Rektosigmoid köşede ve rektumun 1/3 üst bölümünde yerleşmiş tümörlerde aşağı anterior rezeksiyon (AAR) operasyonu yapılır. Rezeksiyon yüksek seviyede ve distal barsak ansının kanlanması iyi olduğu için anastomoz kaçağı riski çok aşağı anterior rezeksiyona (ÇAAR) göre daha düşüktür. Sigmoid kolonun diseksiyonu esnasında üreterler korunmalıdır. Rektum mobilizasyonu keskin diseksiyonlarla yapılır. Diseksiyon esnasında sakral promontoryum seviyesinde pelvik sinir pleksuslarının korunmasına dikkat edilmelidir. Lateral ligamanlar diatermi kullanılarak diseke edilebilir. Ön tarafın diseksiyonunda erkeklerde seminal veziküllere dikkat edilmelidir. Diseksiyon teorik olarak tümörün alt sınırının 2 cm ötesine, mezorektumda ise 5 cm altına kadar sürdürülmesi yeterli kabul edilir. Yeterli rektum mobilizasyonundan sonra rezeksiyon ve kolorektal anastomoz yapılır (97, 98).

Orta 1/3 rektumda ve alt 1/3 rektumun üst bölümünde yerleşen tümörlerde ise çok aşağı anterior rezeksiyon (ÇAAR) operasyonu yapmak mümkündür. Günümüzde dişli çizginin 1 cm üzerindeki lezyonlara bile ÇAAR uygulanabilmektedir. Rektum kanserleri için yapılan diğer cerrahi tekniklere göre yapılacak anastomozlarda bazı güçlükler vardır. Anatomik yapıların ortaya konması özellikle erkeklerde ve obez hastalarda zordur, rektumun serozası olmadığı için tabakalar karıştırılabilir, hemostazın sağlanması güç olabilir, yetersiz kanama denetimi hematom, enfeksiyon ve apseye neden olabilir, anastomoz kanlanması yetersiz kalabilir ve kaçak riski artabilir. Bu risklerden dolayı cerrah seçeceği hastalarda saptırıcı ileostomi açabilir.

Tekniğe AAR'daki gibi başlanır. Rektumun mobilizasyonu pelvik tabana kadar yapılır. Tümörün 2 cm altına inilmeye çalışılır. Anastomoz derin pelvise yapılacağı için hemen daima stapler kullanılır. Anastomozun gergin olmaması için proksimal kolon segmenti yeterince serbestleştirilmiş olmalıdır.

Anastomozda gerginlik, kanlanmanın yeterliliğinden şüphe, anal kanala çok yakın distal anastomoz, anastomoz güvenirliliğinde şüphe varlığında saptırıcı stomadan yararlanılır (99,100).

T1 rektal kanserlerde; radikal rezeksiyon (APR, AAR) ile karşılaştırıldığında, transanal lokal eksizyon (TLE) ile morbidite ve uzun dönem fonksiyonel problemler minimaldir. Ancak son zamanlarda yayınlanan veriler TLE ile tedavi edilen hastalarda radikal rezeksiyon uygulananlara göre lokal nüks oranlarının yüksek olduğunu bildirmektedir. Lokal nüks oranları TLE'den sonra %7-40 arasında bildirilmiştir (101).

Seçilmiş hastalarda toplam sağkalım oranları %70-89 arasındadır.

Rektum kanserinde preoperatif evreleme tedavi planlamasına yön vermektedir. Tedavi seçiminde artık, rektal duvar invazyonu ve pararektal lenf nodu yayılımının tespiti çok önemlidir.

Evre 0 rektum kanseri mukozada sınırlıdır. Tedavi seçeneği olarak polipektomi yapmak yeterlidir ve sağ kalım %100 dür.

Evre 1 rektum kanserinde, lokalizasyonuna göre anterior rezeksiyon ya da Miles Operasyonu uygulanır. Distal rektumda yerleşmiş T1 tümörlere lokal eksizyonda yapılabilir. T2 tümörler mezorektuma çok yakın olduğu için ameliyat öncesi lokal nüksü azaltmak adına kemoradyoterapi verilebilir.

Evre 2 tümörlerde anterior rezeksiyon ve Miles operasyonu uygulanır. Tümör proksimal ve orta bölüm yerleşimli ise operasyondan sonra kemoterapi verilir. Distal yerleşimli tümörlere öncesinde kemoradyoterapi verilir. Neoadjuvan tedavinin iki amacı vardır; sfinkterlerin korunması ve adjuvan tedavide verilecek kemoterapinin toksisitesini azaltmak. Evre 2 tümörlerde %60-75, Evre 3 tümörlerde %35-45 beş yıllık sağ kalım vardır. Evre 4 tümörler uzak metaztazlı hastalıktır. Tıkanmış olgularda stomalar açmak uzak metaztazlar için mümkünse metaztazektomiler önerilir. Tüm uğraşlara rağmen 5 yıllık sağ kalım %5-20 civarındadır (102).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. OLGULAR

Çalışmamıza Mart 2010- Kasım 2012 tarihleri arasında çeşitli merkezlerde rektum kanseri tanısı aldıktan sonra tedavi amacıyla Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı'na başvuran ve sonrasında preoperatif lokal evreleme amacıyla Ankara Üniversitesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'na MRG için gönderilen toplam 41 hasta dahil edildi.

Hastaların tamamında rektosigmoidoskopi ile alınan dokuların çeşitli merkezlerde histopatolojik olarak incelenmesi sonucunda rektum kanseri tanısı kesinleşmişti. Tüm hastalara Ankara Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda alt abdomen MR ve difüzyon MR; hastaların 38'ine Ankara Üniversitesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda, diğer 3'üne dış merkezde 18F-FDG PET görüntüleme yapıldı. MR ile PET/BT incelemeleri bir hafta içinde gerçekleştirildi (ortalama zaman aralığı 3±1 gün). Difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile elde edilen ADC min değeri ile 18F-FDG PET/BT görüntülemede elde edilen SUV maks değeri karşılaştırıldı.

3.2. HASTA HAZIRLIĞI

MRG için, tüm hastalar barsak peristaltizmini uyarmamak amacıyla en az 5-6 saatlik açlık sonrası değerlendirilmeye alındı. İnceleme öncesinde barsak temizliği ve antiperistaltik medikasyon uygulanmadı. Rektum distansiyonunu sağlamak amacıyla rektuma hava ya da sıvı verilmedi.

PET için, hastaların uygun açlık kan glukoz düzeyinin sağlanması amacıyla (< 150 mg/dl) çekimden önce en az 6 saat aç kalmaları söylendi. Diabetes mellitus tanısı olan hastalara ise çekimden 4 saat önce hafif bir kahvaltı yapmaları ve oral antidiabetik ilaçlarını içmeleri veya insülinlerini uygulamaları önerildi. Buna uygun olarak gelen hastalara çekim öncesi kan glukoz düzeyi kontrol edildi ve halen 150 mg/dl'nin üzerinde olanlara 6 – 8 ünite kristalize insülinin intramüsküler uygulanması suretiyle tüm hastalarda kan glukozu 150 mg/dl'nin altına düşürüldü.

Bu aşamadan sonra gastrointestinel sistemi ve gastrointestinal sisteme ait fizyolojik tutulumları ayırt edebilmek amacıyla tüm hastalara 1000 cc düşük yoğunluklu oral kontrast içirildi. Tüm hastalara vücut ağırlıklarına göre 0.15 mCi/kg'dan hesaplanarak 18F FDG radyofarmasötiği intravenöz olarak uygulandı.

18F FDG'nin enjeksiyonunu takiben hastalar 50 – 60 dakika yarı yatar pozisyondaki koltuklarda dinlendirildi. Dinlenme periodunun sonunda radyoaktif idrarın görüntüyü etkilememesi amacıyla hastalar tuvalete gönderilip mesaneleri boşaltıldıktan hemen sonra çekime alındı. Tüm hastalar orbitomeatal hattan uyluk üst kesimine kadar tarandı. İlk görüntülerin ardından fizyolojik tutulum alanları nedeniyle şüphede kalınan olgularda ek görüntü alındı.

3.3 TEKNİK

MR incemeleri, 3 Tesla manyetik alan gücüne sahip (SİEMENS Verio) MR ünitesinde hastalar supin pozisyonundayken gerçekleştirildi. Rutin T2A, difüzyon ağırlıklı görüntüler ve kontrastlı T1A görüntüler elde edildi. Aksiyel serbest solunumlu DAG ler, SPAİR yağ baskılama ile single-shot EPI sekans ile elde edildi. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme süresi yaklaşık 5 dakikaydı.

PET/BT görüntüleme G.E. Discovery ST cihazında gerçekleştirildi.

Kullanılan sekanslara ait parametrelerin ayrıntıları Tablo 3.1, tablo 3.2, tablo 3.3, tablo 3.4, tablo 3.5' te verilmiştir.

Tablo 3.1. Turbo spin eko T2AG'ler için kullanılan parametreler

	TR/TE (msn)	**FOV (mm)**	**Kesit kalınlığı/ kesit aralığı (mm)**	**Matriks boyutu (mm)**	**Average**	**iPAT factor**	**bant genişliği (Hz/Px)**
Aksiyel	4380/57	250x250	5/1.5	288x384	2	2	260
Aksiyel STIR	3700/56	250x250	5/1.5	240x320	1	2	260
Koronal	4000/122	250x250	7/1.4	307x384	2	2	250
Sagittal	5050/120	300x300	4/0.6	307x384	2	2	250

Tablo 3.2. Turbo spin eko kontrastlı T1AG'ler için kullanılan parametreler

	TR/TE (msn)	**FOV (mm)**	**Kesit kalınlığı/ kesit aralığı**	**Matriks boyutu (mm)**	**Average**	**iPAT factor**	**bant genişliği (Hz/Px)**
Aksiyel yağ baskılı	585/12	211x250	5/1.5	259x384	1	2	260
Koronal	825/12	250x250	4.5/0.9	288x320	1	2	260
Sagittal	743/12	250x250	3.5/0.5	240x320	1	2	260

Tablo 3.3. DAG'ler için kullanılan parametreler

TR/TE (msn)	**FOV (mm)**	**Kesit kalınlığı/ kesit aralığı (mm)**	**Matriks boyutu**	**Average**	**iPAT factor**	**b value sn/mm^2**
6400/75	297x380	5/1	80x128	5	2	50,400,1000

Tablo 3.4.. Tüm vücut PET görüntüleri için kullanılan parametreler

Aksiyel FOV(cm)	**Matriks**	**Kesit kalınlığı**
70	128x128	3.75

Tablo 3.5. BT görüntülerinin elde edilmesinde kullanılan parametreler

FOV(cm)	**Matriks**	**Kolimasyon**	**Pitch**	**Gantry rotasyon hızı (sn)**	**Tüp voltajı (kVP)**	**Tüp akımı (mA)**
50	512x512	8x125	1.675	0.8	140	75

3.4. GÖRÜNTÜ ANALİZİ

ADC haritası, Siemens Syngo B17 software'de otomatik olarak oluşturuldu. ADC min ölçümü için; region of interest (ROI) 'ler, b değerinin 1000 sn/mm^2 olduğu görüntülerde yapıldı. Tümörü içeren her kesitte, tümörün yüksek sinyal intensitesindeki sınırı, konturları boyunca manuel olarak çizildi ve ADC haritasına kopyalandı. ADC minimum her tümörün tüm vokselleri içerisinde en düşük ADC değeri olarak saptandı.

SUV max ölçümü için, tüm vücut görüntüleri transaksial, sagittal ve koronal kesitlerde vizüel olarak ayrı ayrı değerlendirildi. Her kesitte saptanan lezyonlardan ROI belirlenerek SUVmax değerleri bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplandı.

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Minimum ADC değeri ve SUV maksimum arasındaki ilişki araştırılırken dağılımı normal olmadığı için ‘‘Spearman’’ korelasyon testi yapıldı. Verilerin analizi için ‘‘SPSS for Windows 15’’ paket programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ± standart sapma, nominal değişkenler ise vaka sayısı ve (%) olarak gösterildi. $p<0.05$ olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

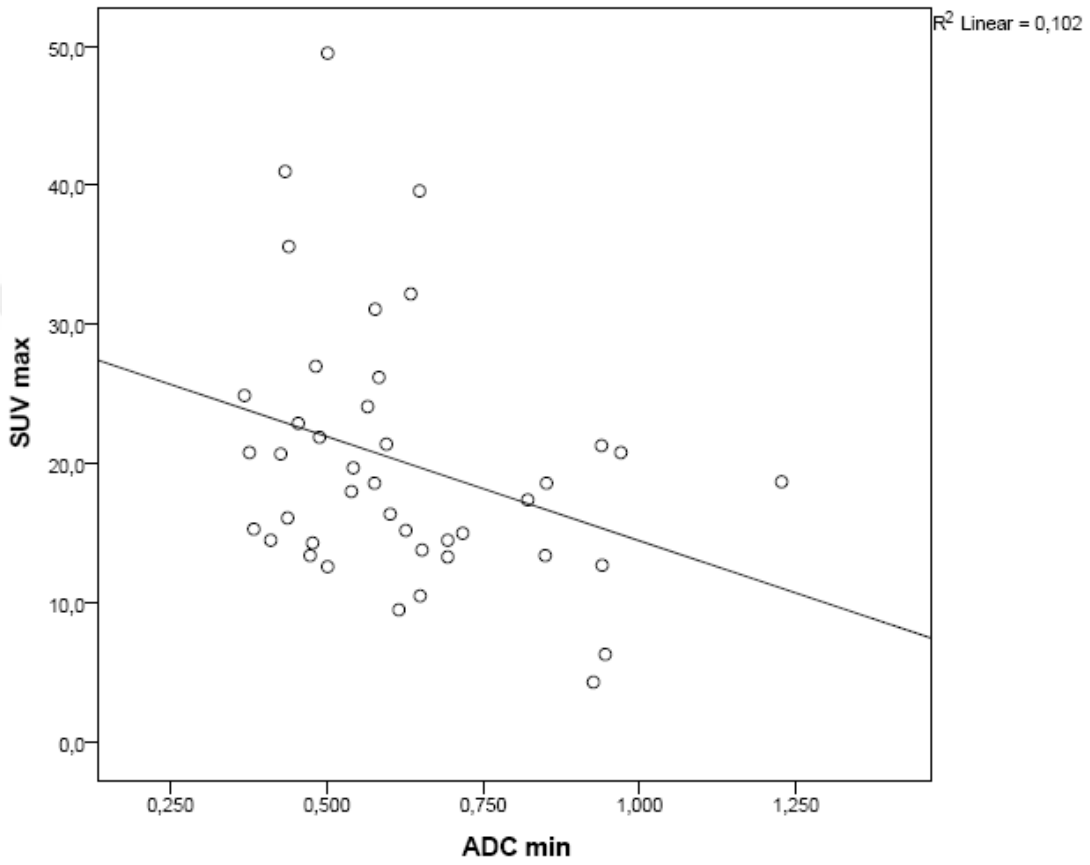
4. BULGULAR

Çalışmaya rektum kanseri tanısı konmuş ortalama yaşı 58.88 ± 9.325 olan 17'si (%41.5) kadın, 24'ü erkek (%58.5) toplam 41 hasta alındı. Hastaların yaş aralığı 41-79 idi. Hastaların tümüne rektosigmoidoskopi eşliğinde biyopsi yapılmıştı. Tablo 4.1'de hastaların yaş, cinsiyet, ADC min ve SUV maks değerler gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Hastaların yaş, cinsiyet, ADC min ve SUV maks değerleri

Hasta no	Yaş	Cinsiyet	ADC min (x10 $^{-3}$ mm^2/sn)	SUV max
1	48	E	0,583	26,2
2	51	E	0,94	12,7
3	62	K	0,693	14,5
4	51	E	0,368	24,9
5	52	K	0,648	39,6
6	59	E	0,501	12,6
7	69	E	0,426	20,7
8	50	E	0,542	19,7
9	70	K	0,626	15,2
10	68	E	0,454	22,9
11	47	K	0,652	13,8
12	53	K	0,595	21,4
13	41	K	0,477	14,3
14	55	K	0,851	18,6
15	64	E	0,565	24,1
16	55	E	0,717	15
17	75	E	0,945	6,3
18	70	K	0,439	35,6
19	63	E	0,634	32,2
20	49	E	0,649	10,5
21	74	K	1,227	18,7
22	58	K	0,433	41
23	55	E	0,41	14,5
24	57	E	0,383	15,3
25	59	E	0,376	20,8
26	65	K	0,615	9,5
27	66	E	0,693	13,3
28	67	K	0,482	27
29	55	E	0,601	16,38
30	54	K	0,97	20,8
31	57	K	0,849	13,4
32	79	E	0,576	18,6
33	60	K	0,473	13,4
34	76	K	0,501	49,5
35	56	E	0,821	17,4
36	42	K	0,939	21,3
37	59	E	0,539	18
38	58	E	0,926	4,3
39	42	E	0,488	21,9
40	63	E	0,437	16,1
41	60	E	0,577	31,1

Histopatolojik incelemede, hastaların tümü adenokarsinom olarak tiplendirildi. Ortalama ADC min 0.62±0.19x10^{-3} mm ^{2}/sn (0.368-1.227x10^{-3} mm^2/sn aralığında), ortalama SUV maks 20.07±9.3 (4.3- 49.5 aralığında) hesaplandı. ADC min ile SUV maks arasında negatif korelasyon tespit edildi (r = -0.347, p= 0.026) (Şekil 4.1).

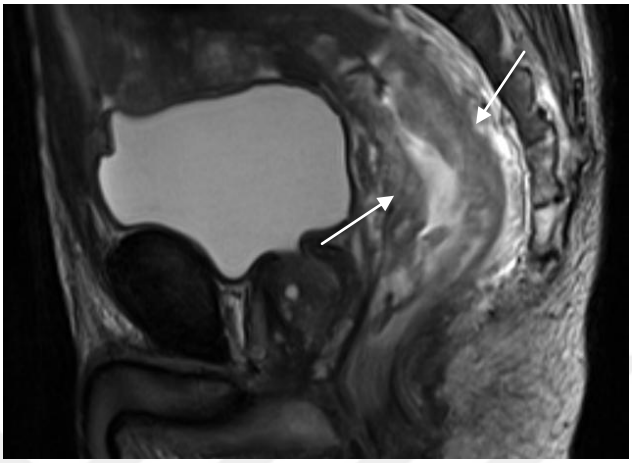


Şekil 4.1. Grafik, ADC min ile SUV maks arasında negatif korelasyonu gösteriyor

Olgularımıza ait örnekler Şekil 5.1-5.20'de sunulmuştur.

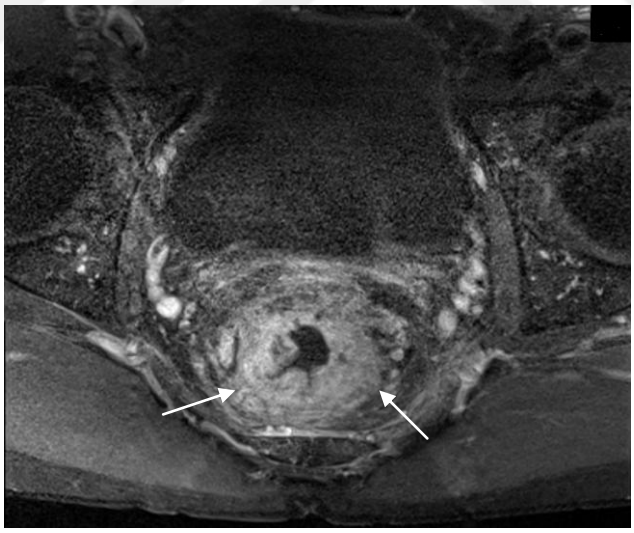
5. OLGULARDAN ÖRNEKLER

1.ÖRNEK: 58 yaşında erkek hasta



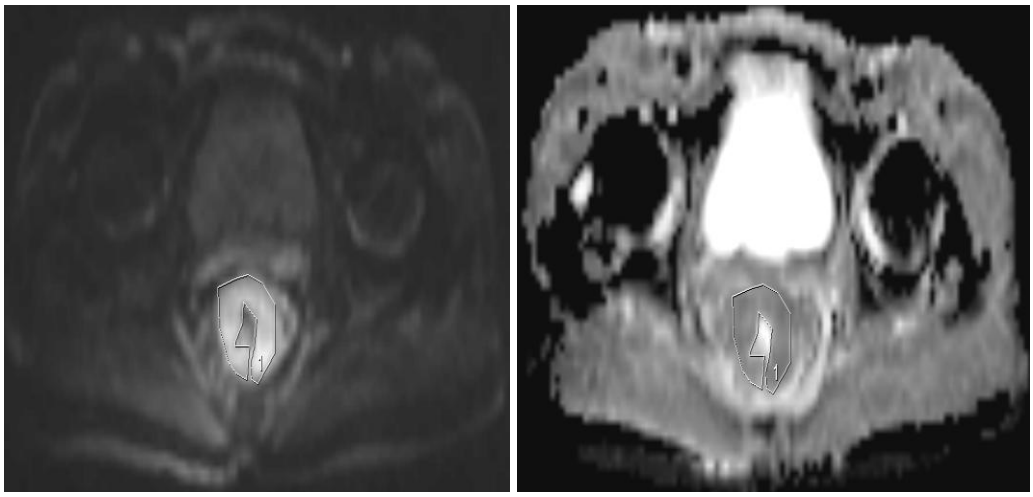
Şekil 5.1. Sagittal T2A MR görüntüsü

Rektosigmoid bileşkeden rektum distaline kadar düzensiz duvar kalınlaşması izleniyor.



Şekil 5.2. Aksiyel T1A kontrastlı MR görüntüsü

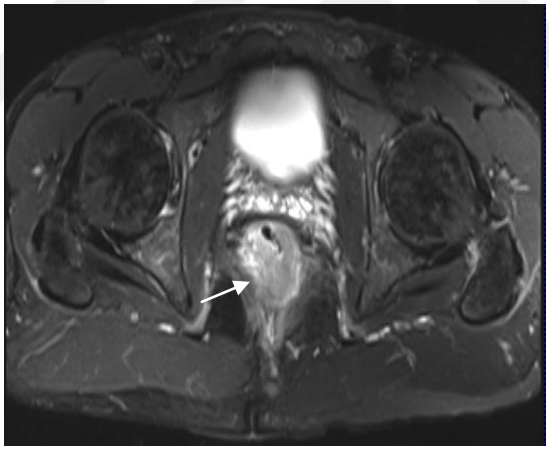
Çepeçevre kontrast tutan duvar kalınlaşması görülüyor.



Şekil 5.3. DAG ve ADC haritası

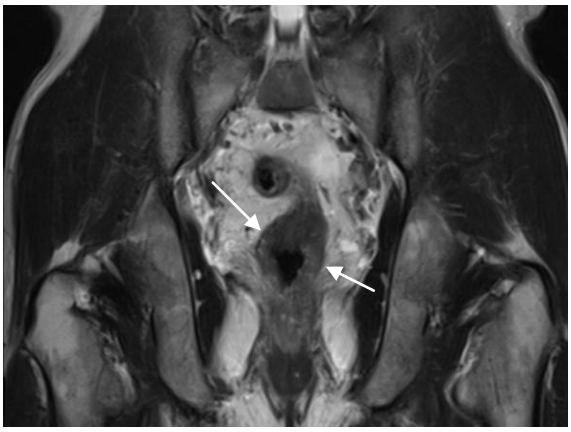
Kitlenin difüzyon kısıtlanması gösteren konturları boyunca ROI çizildi ve bu kesitteki ADC ölçümü için ADC haritasına kopyalandı.

2. ÖRNEK: 50 yaşında erkek hasta

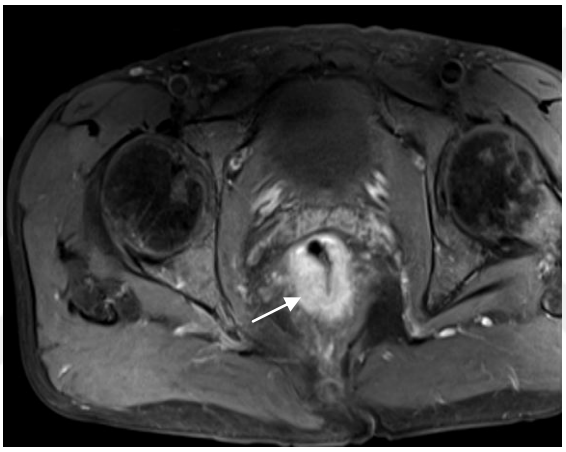


Şekil 5.4. Aksiyel T2A MR görüntüsü

Rektum distalinde duvar kalınlaşması şeklinde kitle lezyonu gözleniyor. Kitle perirektal yağ dokuya invaze görünümde olup sağda mezorektal fasya ile yakın komşuluktadır.

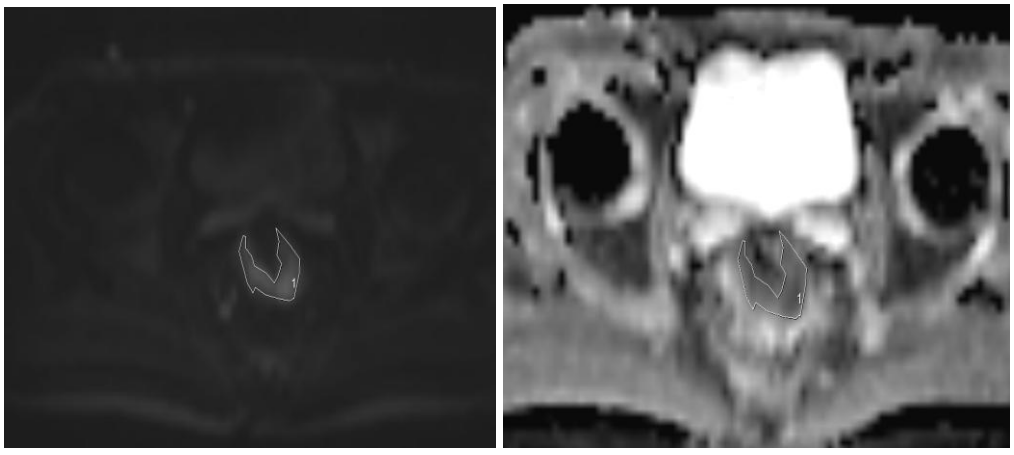


Şekil 5.5. T2A koronal MR görüntüsü



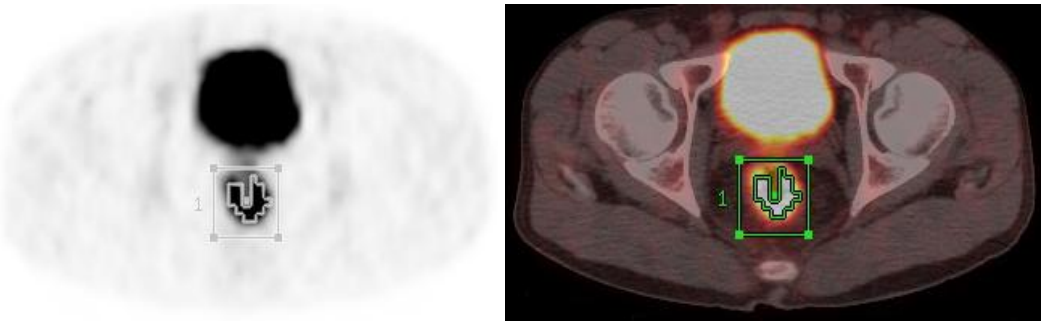
Şekil 5.6. Kontrastlı T1A MR görüntüsü

Kitlenin yoğun kontrastladığı görülüyor



Şekil 5.7. DAG ve ADC haritası

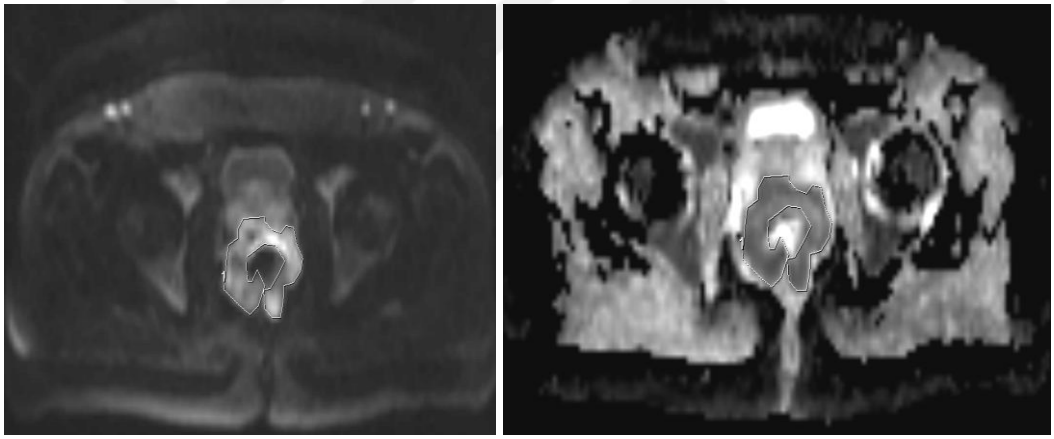
Kitlenin difüzyon kısıtlanması gösteren konturları boyunca ROI çizildi ve bu kesitteki ADC ölçümü için ADC haritasına kopyalandı.



Şekil 5.8. Aksiyel 18 FDG-PET ve füzyon görüntüsü

Kitleden SUV maks ölçümü için ROI çizildi.

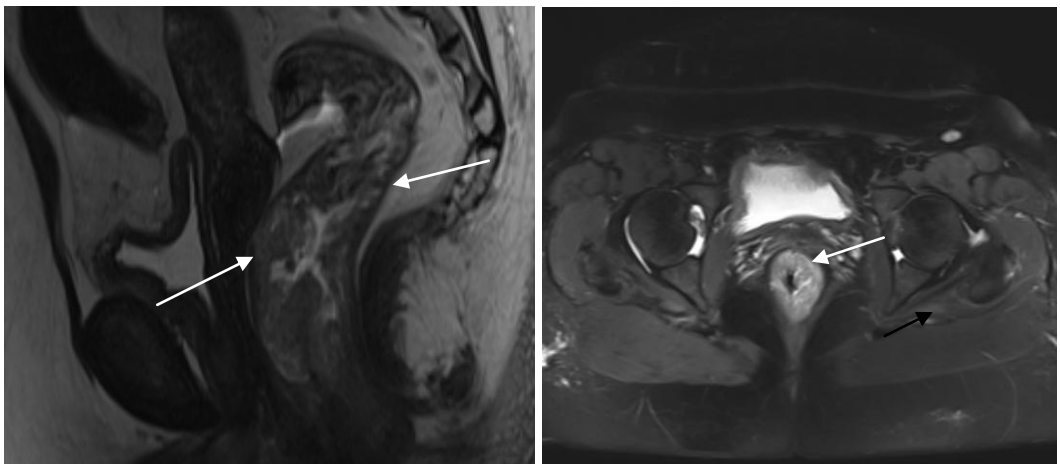
3. ÖRNEK: 42 yaşında erkek hasta



Şekil 5.9. DAG ve ADC haritası

Düzensiz sınırlı kitlenin difüzyon kısıtlanması gösteren konturları boyunca ROI çizildi ve bu kesitteki ADC ölçümü için ADC haritasına kopyalandı.

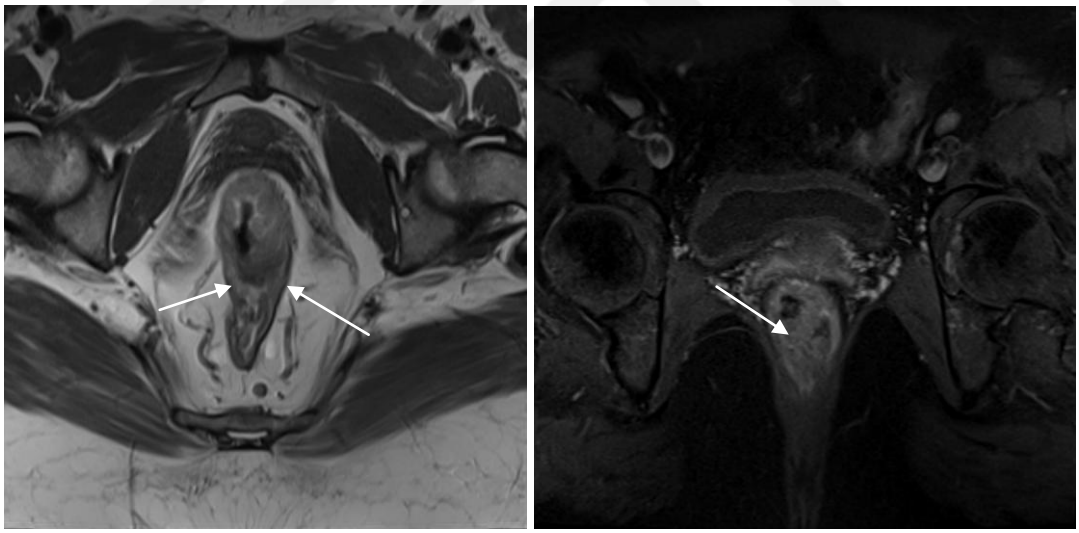
4. ÖRNEK: 55 yaşında kadın hasta



(a) **(b)**

Şekil 5.10. (a) Sagittal T2A ve **(b)** yağ baskılı aksiyel T2A MR görüntüsü

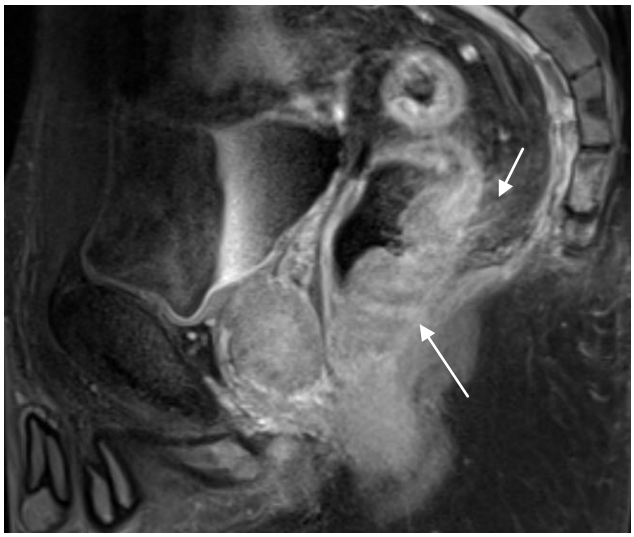
Distal rektumdan anal kanal proksimal kısmına kadar uzanan düzensiz duvar kalınlaşması izleniyor. İntersfinkerik yağ düzlemi sağda silinmiştir.



(a) **(b)**

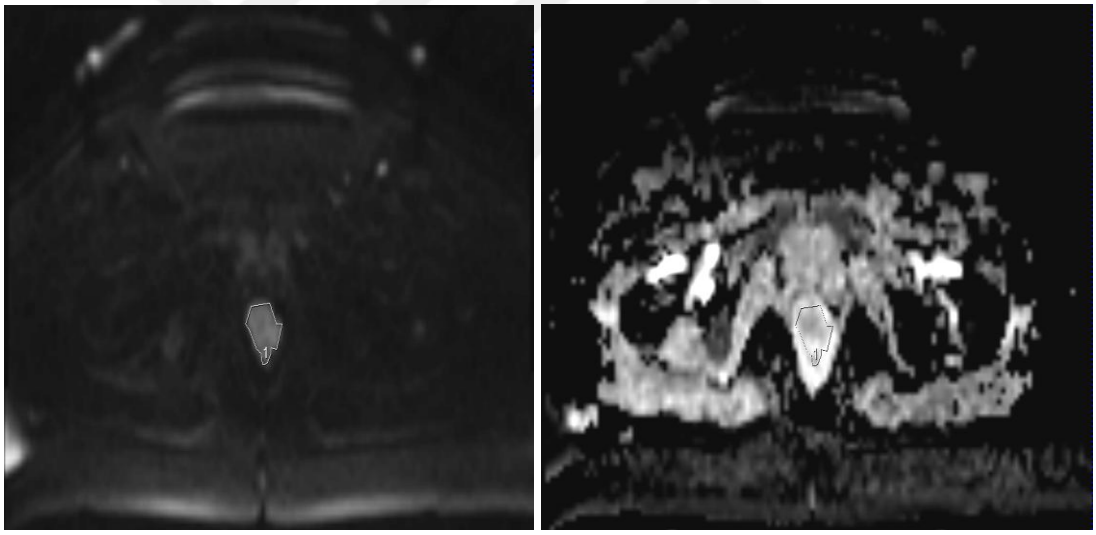
Şekil 5.11. (a) Koronal T2A ve **(b)** yağ baskılı kontrastlı T1A MR görüntüsü

Kontrastlı görüntüde kitlede belirgin kontrast tutulumu mevcut.



Şekil 5.12. Sagittal yağ baskılı kontrastlı T1A MR görüntüsü

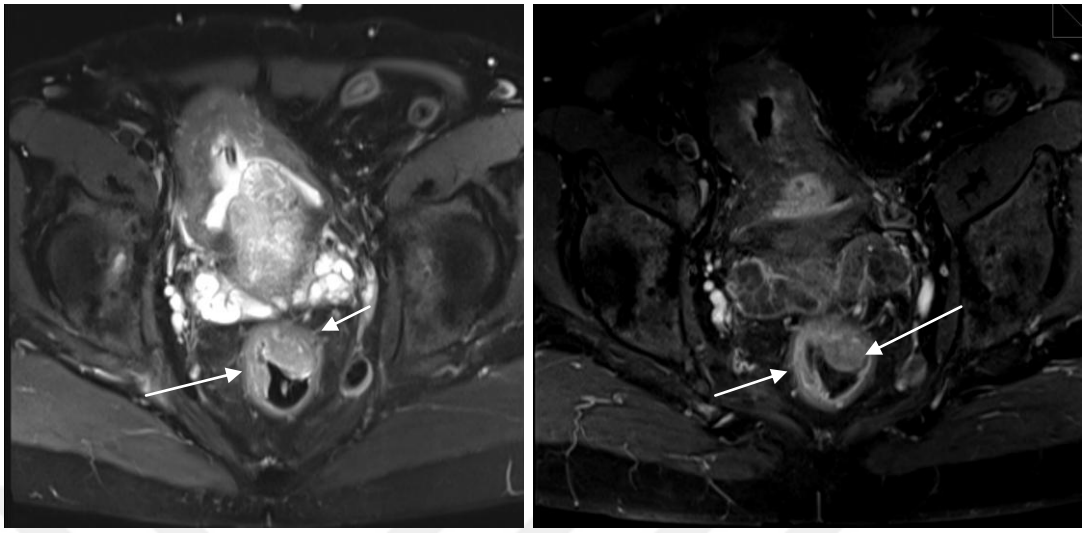
Kitlede ve çevre yağ dokudaki yoğun kontrastlanmalar seçiliyor.



Şekil 5.13. DAG ve ADC haritası

Distal rektumdan anal kanal proksimaline uzanan kitlenin difüzyon kısıtlanması gösteren konturları boyunca ROI çizildi ve bu kesitteki ADC ölçümü için ADC haritasına kopyalandı.

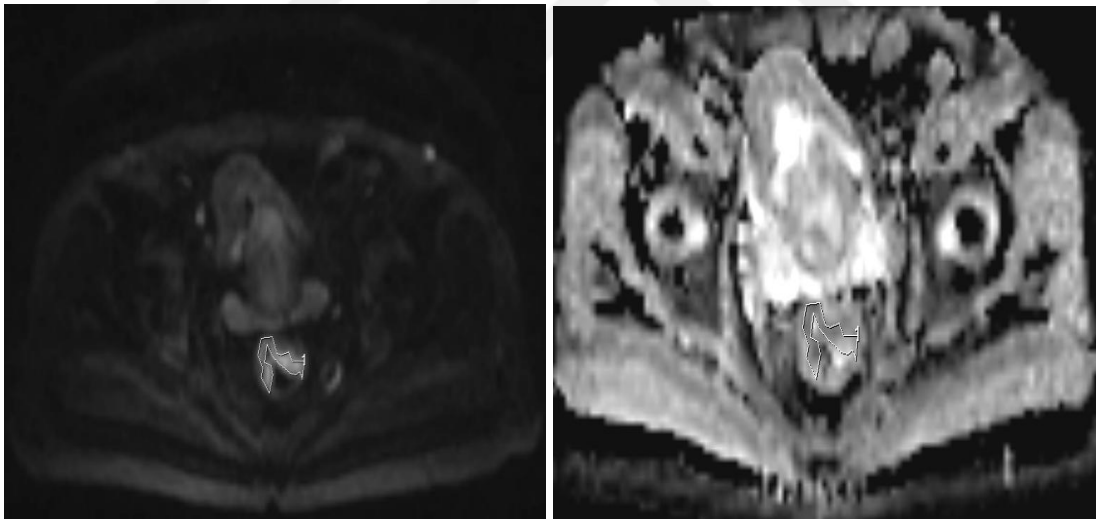
5. ÖRNEK: 60 yaşında erkek hasta



(a) **(b)**

Şekil 5.14. (a) Aksiyel T2A ve **(b)** yağ baskılı kontrastlı T1A MR görüntüsü

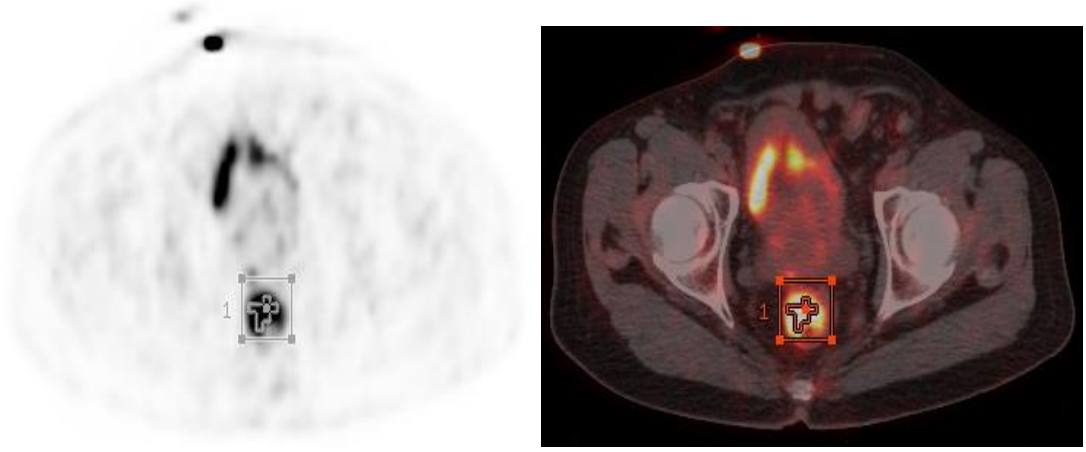
Rektumun anterior duvarında daha belirgin kalınlaşma şeklinde kitle görülüyor.



(a) **(b)**

Şekil 5.15. (a) DAG ve **(b)** ADC haritası

Kitlenin difüzyon kısıtlanması gösteren konturları boyunca ROI çizildi ve bu kesitteki ADC ölçümü için ADC haritasına kopyalandı.

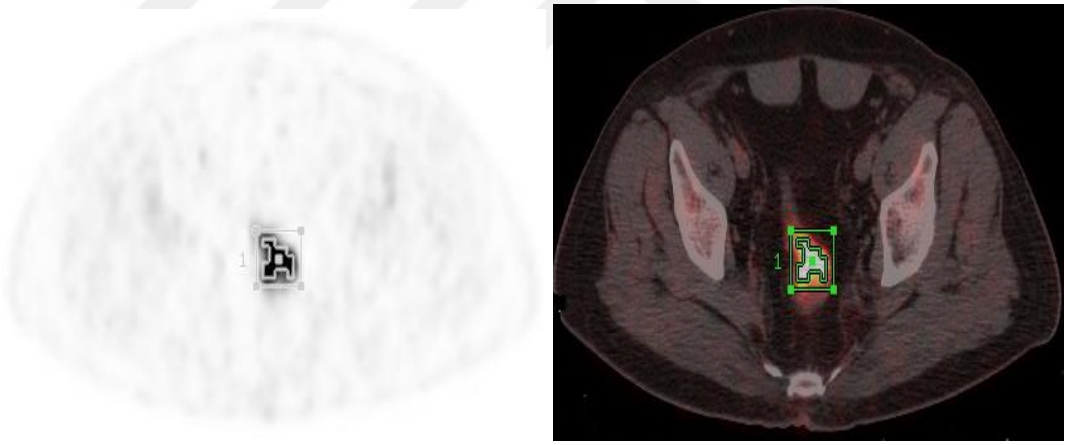


(a) **(b)**

Şekil 5.17. (a) Aksiyel 18 FDG-PET ve **(b)** füzyon görüntüsü

Kitleden SUV maks ölçümü için ROI çizildi.

6. ÖRNEK: 59 yaşında erkek hasta

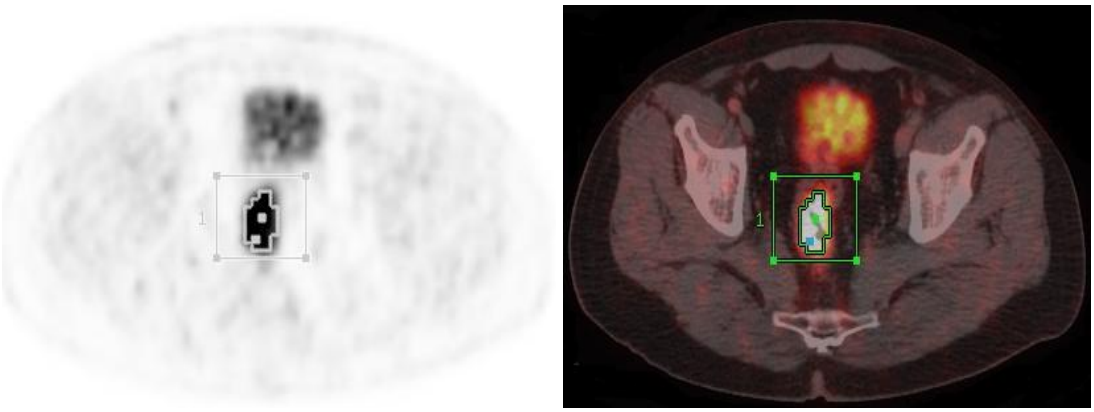


(a) **(b)**

Şekil 5.18. (a) Aksiyel 18 FDG-PET ve **(b)** füzyon görüntüsü

Rektum orta seviyesinde lümeni daraltan kitle lezyonundan SUV maks ölçümü için ROI çizildi.

7. ÖRNEK: 63 yaşında erkek hasta

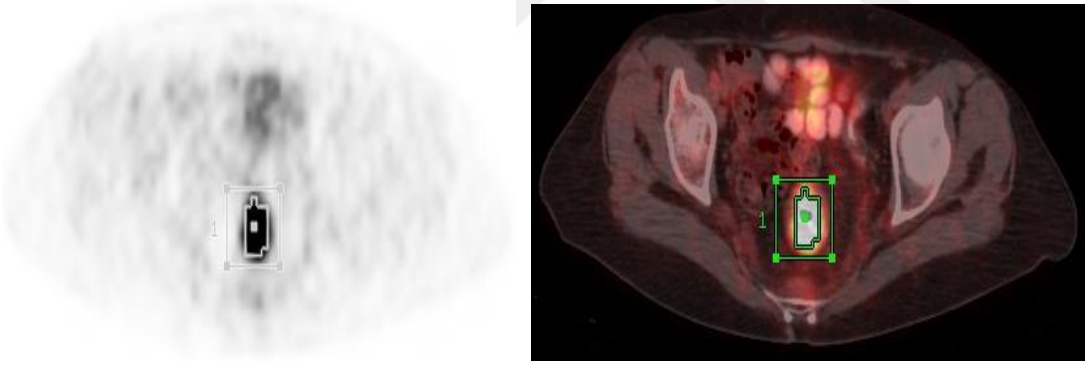


(a) **(b)**

Şekil 5.19. (a) Aksiyel 18 FDG-PET ve **(b)** füzyon görüntüsü

Proksimal ve orta rektumdaki duvar kalınlaşması şeklindeki kitle lezyonundan SUV maks ölçümü için ROI çizildi.

8. ÖRNEK: 59 yaşında kadın hasta



(a) **(b)**

Şekil 5.20. (a) Aksiyel 18 FDG-PET ve **(b)** füzyon görüntüsü

Rektum distalindeki düzensiz sınırlı duvar kalınlaşması şeklindeki kitle lezyonundan SUV maks ölçümü için ROI çizildi.

6. TARTIŞMA

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, en yaygın beyinde akut iskemi tanısında kullanılmaktadır. Yöntemin abdomen ve pelvik bölgeye ilişkin kullanımı yöntemin geliştirilmesi (paralel görüntüleme, EPI gibi hızlı sekanslar) sonrasında gerçekleşmiştir. Oldukça hızlı görüntü alınabilmesi ve kalitatif bilginin yanı sıra kantitatif veri sağlaması önemlidir. Kantitatif değerlendirme, yani dokulardan gelen sinyal ölçümleri görünür difüzyon katsayısı (apparent diffusion coefficient=ADC) haritası adı verilen ve su difüzyon miktarını gösteren görüntüler üzerinde yapılır.

DAG ve PET/BT, tümör değerlendirilmesinde önemli görüntüleme modaliteleridir. Tümörler sıklıkla DAG'de ADC değerlerinde azalma, FDG- PET BT'de ise artmış SUV değerleri gösterirler. PET BT ile karşılaştırıldığında, DAG'nin iyonize radyasyon içermemesi ve çok kısa inceleme süresi de dahil olmak üzere pek çok önemli avantajları vardır. PET BT incelemesi başına efektif radyasyon dozu 25 mSv civarındadır ve inceleme 2-3 saat gerektirir. DAG ise, PET BT için gereken zamanın çok az bir kısmı kadar sürede radyasyona maruz kalma olmaksızın güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilir. DAG'nin bir diğer avantajı da, uygulama sırasında radyoaktif maddeye gereksinim duyulmamasıdır. Ancak, difüzyon ağırlıklı görüntülerin bazı sınırlamaları vardır: kalitesi, solunum ve kalp pulsasyonları gibi fizyolojik hareketlerden, intestinal gazdan, b değeri seçiminden, cihaz performansından etkilenir ve bu durum, yanlış pozitif veya negatif bulgulara neden olabilir.

Tüm vücut DAG ile PET BT'yi karşılaştırmak güncel bir konudur. Ohno ve ark.'ları (103), küçük hücre dışı akciğer kanserinin M evresinin değerlendirmesinde PET/BT kadar iyi doğrulukta kullanılabileceğini bulmuştur. Komori ve ark.'larının (104), DAG ile PET'i karşılaştırdıkları çalışmada, 27 malign lezyondan DAG 25 ini (%92.6) saptayabilirken, PET/BT görüntülemenin 22'sini (%81.5) saptayabildiğini ortaya koymuştur. Bazı kanser türleri için tüm vücut DAG incelenmiştir. Ichikawa ve ark. (77), kolorektal kanserler için DAG yararlılığını değerlendirmiştir. Tüm vücut DAG ile görüntülerin görsel değerlendirilmesi ile primer tümörün saptanmasında yüksek duyarlılık (%91, 20/22) ve özgüllük (%100, 15/15) saptanmıştır. Yine bir

çalışmada, patolojik olarak kanıtlanmış pankreas adenokarsinomlu 26 hasta ve 23 kontrol grubunda tüm vücut difüzyon ağırlıklı görüntülerin değerlendirilmesinde yüksek duyarlılık (%96.2, 75/78) ve özgüllük (%98.6, 68/69) bulunmuştur (105). Stecco ve ark. (106), 14 onkolojik hasta ve 15 lenfomalı hasta olmak üzere 29 hastada FDG PET/BT ile tüm vücut DAG'yi karşılaştırmıştır. Bu çalışmada iki radyolog ve bir nükleer tıpçı görüntüleri değerlendirmiştir ve tüm vücut DAG yüksek spesifite ve negatif prediktif değere sahip olarak bulunmuştur.

Cafagna ve ark. (107), malign tümör tanısı almış 38 hastada yaptıkları çalışmada PET/BT ile DAG'yi karşılaştırmak için her lezyondan SUV ve ADC değerlerini ölçmüşler, ancak bu iki görüntüleme yöntemi arasında anlamlı bir korelasyon bulamamışlardır. Bunun nedeni, çalışmayı çok farklı tipte birçok malign tümör grubunda gerçekleştirmelerinden kaynaklanmış olabilir.

Kolorektal kanser değerlendirmesinde; Nasu ve ark. (82), b değerini 1000 sn/mm^2 kullanarak alınan DAG'lerde tümörlerin hiperintens olduğunu ve hipointens olan normal kolon duvarından ve gaytadan kolayca ayırt edilebileceğini bildirmiştir.

Ono ve ark. (108), kolorektal kanserli hastalarda primer tümör ve lenf nodu metastazı tespiti açısından 18F-FDG PET ile DAG karşılaştırmayı amaçlamışlardır. 18F-FDG PET ile DAG ile görüntülenen 25 hasta ve 27 opere edilen kolorektal lezyon retrospektif olarak incelenmiştir. Bu çalışmada DAG ve 18F-FDG PET 9 gün içinde yapılmış olup görüntüler farklı gözlemciler tarafından değerlendirilmiştir. DAG'ler T2AG'ler ile birlikte yorumlanmıştır. 18F-FDG PET görüntülerinin yorumlanması için, BT veya ultrason görüntüleri anatomik referans sağlamıştır. Cerrahi olarak eksize edilen 27 primer kolorektal lezyondan 23'ü (%85.2) hem DAG hem de 18F-FDG PET'de doğru olarak saptanmıştır. İki lezyon 18F-FDG PET'de tespit edilmiş, ancak DAG'de yalancı negatif sonuç vermiştir. İki lezyon hem DAG hem de 18F-FDG PET'de yalancı negatif sonuç vermiştir. Metastatik lenf nodu saptamada DAG ve 18F-FDG PET duyarlılığı sırasıyla %80 (8/10) ve %30.0 (3/10), ve özgüllüğü %76.9 (10/13) ile %100 (13/13) bulunmuştur. Ono ve ark., primer kolorektal kanseri saptamada 18F-FDG PET'in, ancak lenf nodu metastazlarının tespiti için DAG'nin daha üstün olabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmada önemli sınırlamalar vardır; bunlar çalışmanın retrospektif olması, hasta

sayısının az olması ve gözlemcilerin tüm hastalarda histopatolojik olarak kolorektal kanser tanısının olduğunu biliyor olmasıdır.

Rao ve ark. (109), rektum kanserli 45 hasta ve rektum kanseri olmayan 20 hastada DAG ve T2 ağırlıklı görüntüleme yapmıştır. İki ayrı gözlemci tarafından görüntüler değerlendilmiş ve sonuçta T2 ağırlıklı görüntülemeye difüzyon görüntüleme eklemenin tek başına T2 ağırlıklı görüntülemeye göre rektum kanserli hastalarda daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Rekürren tümör tespitinde yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip görüntüleme yöntemleri gerekmektedir. Küçük boyutlu tümör rekürrensi; cerrahi, radyasyon, perkütan ablasyon ve kemoembolizasyona sekonder benign sekel değişikliklerden iyi bir şekilde ayırt edilmelidir. Lambregts ve ark.'nın (110), yaptıkları çalışmada rektum kanserinde lokal rekürrensi saptamada konvansiyonel MR'a difüzyon ağırlıklı görüntülemeyi eklemenin doğruluk açısından ek fayda sağlamadığı sonucunu bulmuştur. DAG, küçük boyutlu tümör rekürrensini diğer konvansiyonel görüntülerde belirgin değişiklik olmadan önce tespit edilebilir. Low ve ark.'nın (76) yaptığı çalışmaya göre, DAG'nin ADC değerleri ile kantitatif analiziyle tedaviye bağlı değişikliklerle küçük tümörleri ayırt etmek mümkün olabilir. Abdomen ve pelvisin benign ve malign tümörlerinin ayrımı DAG'nin kantitatif analiziyle yapılabilir. Genel bir kural olarak; benign süreçler, kısıtlanmış difüzyon ve düşük ADC değerleri gösteren sellülaritesi fazla malign süreçlere göre daha yüksek ADC değerlerine sahiptir. Bu tür bir analizin uygulanmasında zorluklar şunlardır: DAG farklı cihazlar ve farklı protokollerle gerçekleştirildiğinde sayısal ADC değerlerini etkiler. Bu yüzden benign ve malign hastalıklar için ADC değerlerinde önemli çakışmalar mevcuttur. Ancak, yine de DAG ile elde edilen ADC değerleri abdominal tümörleri karakterize etmek için faydalı bir yöntemdir.

Rektum kanserinde ADC değerleri ölçümü, kemoterapi ve radyoterapi sonrası tedavinin takibinde de önemli yarar sağlar. Kremser ve ark.'larının yaptığı çalışmada (111); 6 hastada kombine kemoradyasyon tedavisi sonrası ortalama ADC değerlerinde sürekli bir düşüş saptamıştır. 2 hastada ortalama ADC değerlerinde tedavi başlangıcından sonraki 1 hafta içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmış, sonra tedavi sonrası 1. ila 3. hafta azalma görülmüş ve 4. haftada tekrar artış saptanmıştır. Tüm hastalarda ADC değerleri tedavi öncesi ile karşılaştırıldığında

belirgin düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ADC ve SUV'un tümör özellikleri ve tedaviye yanıt ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Kolorektal kanserlerin evrelemesinde yapılan çalışmalar doğrultusunda PET BT de amaç uzak metastazları göstermek ve nüksleri saptamak olmuştur. Operasyon sonrası skar dokusu ile rezidü veya nüks ayrımı yapılabilmesi önemli bir avantajdır (96). Rektum kanserinde tümör boyutu ve invazyon derinliği SUV ile korele bulunmuştur (112). Curvo ve ark.'larının yaptığı çalışmada (113), 50 kanserli hastada tedavi öncesi DAG'yi de içeren MR görüntüleme yapılmıştır. Ortalama ADC'nin mezorektal fasyaya invaze olanlarla olmayanlar arasında, N0 ile N(+) olanlar arasında ve histolojik grade'e göre değiştiği bulunmuştur. Düşük ADC değerlerinin daha agresif tümör profiliyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Hosonuma ve ark. (114), endoskopik olarak tanı almış 15 rektum kanserli hastada ve 20 kolon kanserli hasta ve kontrol grubunda düşük (50 sn/mm^2) ve yüksek (800 sn/mm^2) b değerlerinde difüzyon ağırlıklı görüntüleme yapmış ve yüksek b değerinde hiperintens olan alanların hem düşük hem yüksek b değerlerinde ADC değerlerini ölçmüşlerdir. Rektum kanserini saptamada sensitiviteyi %100 (15/15), spesifiteyi %65 (13/20) olarak bildirmişlerdir. Rektum kanseri görüntülemesinde düşük ve yüksek b değerlerinde yapılan difüzyon ağırlıklı görünülemenin kullanılabileceği kanısına varmışlardır. DAG'nin lenf nodu metastazını saptamadaki yararlılığını araştıran Yasui ve ark.'larının (115) yaptığı çalışmada kolorektal kanserli 46 hasta çalışmaya alınmıştır. Metastatik lenf nodlarının boyutu metastatik olmayanlardan büyük ölçülmüştür. Lenf nodlarının ortalama ADC değeri ve lenf bezi/tümör oranı (lenf bezi ADC değerinin primer tümör ADC değerine oranı) metastatik olanlarda metastatik olmayanlara göre belirgin düşük bulunmuştur. Lenf bezi boyutu için 8.5 mm, ADC değeri için 1.44x10^{-3} mm^2/sn, lenf bezi/tümör oranı için 1.495 cut-off değeri verilmiştir. Lenf bezleri için lenf bezi/tümör oranı (%78.5), lenf bezi boyutu (%62), ve ADC değerinden (%74.8) daha doğru sonuçlar vermiştir.

Mizukami ve ark.'larının (116) yaptığı çalışmaya göre; DAG, konvansiyonel MRG'ye eklendiğinde rektal kanserin metastazını saptamada ve doğru tedavi seçiminde oldukça yararlı olmaktadır.

Rektum kanserinde, SUV ve ADC arasındaki ilişki ile ilgili sınırlı çalışma mevcuttur. Ho ve ark. (117), serviks kanserinde SUVmax ile ADC değerleri arasında

anlamlı korelasyon bulamamıştır. Biz, rektum kanserinde DAG ve PET ile ölçülen kantitatif parametreler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla bu çalışmayı gerçekleştirdik ve rektum kanserlerinde ADC min ve SUV maks değerleri arasında anlamlı negatif korelasyon bulduk. SUV maks değeri PET/BT tarafından sağlanan kantitatif bir değerdir ve enjekte FDG dozu ve hastanın vücut ağırlığına göre normalize edilir; tümör dokusunda aktivite konsantrasyonunu gösterir. Bizim çalışmamızın bazı kısıtlamaları mevcuttur. Örneğin, vakalarımızın hepsinin histopatolojik tanısı adenokanser idi ve bulgularımızın rektum kanserinin diğer histopatolojik tiplerinde geçerli olup olmadığını bilmiyoruz. Bunun için her tümör tipinin ayrı ayrı çalışılması gerekebilir. Ayrıca hasta sayısı daha fazla olabilirdi ve böylece belki de negatif korelasyon arasında istatistiksel olarak daha sıkı bir ilişki bulabilirdik. Ayrıca DAG'de ve PET/BT'de ölçülebilen ADC ortalama, tümör volümü ve toplam diffüzivite indeksi, SUV ortalama, total lezyon glikolizi gibi verileri çalışmamızda değerlendirmedik. Gu ve ark. (118), çalışmalarında bu değerleri kullanmışlardır ve ADC min and SUV maks arasında bizim gibi negatif korelasyon bulmakla birlikte; ADC ortalama and SUV ortalama değerleri arasında da negatif korelasyon ve toplam diffüzivite indeksi ile total lezyon glikolizi arasında anlamlı pozitif korelasyon bulmuşlardır.

7. SONUÇLAR

Hem DAG hem PET/BT, tümör değerlendirilmesinde önemli görüntüleme modaliteleridir. DAG, PET/BT'ye göre birçok avantaja sahiptir. Bunlardan en önemlileri; DAG'nin, PET BT için gereken zamanın çok azında gerçekleştirilebiliyor olması, radyasyona maruziyet oluşturmaması, uygulama sırasında radyoaktif maddeye gereksinim duyulmamasıdır.

Tümörler sıklıkla DAG'de ADC değerlerinde azalma, FDG- PET/BT'de ise artmış SUV değerleri gösterirler. Tümör sellülaritesi arttıkça ADC min değeri düşmekte, tümörün metabolik aktivitesi arttıkça SUV maks değeri yükselmektedir. Biz çalışmamızda, rektum kanserli olgularda ADC min ile SUV maks değerleri arasında negatif korelasyon şeklinde anlamlı bir ilişki olduğunu belirledik. Olgu sayısının artırıldığı daha kapsamlı çalışmaların bulgularımızı desteklemek için yararlı olacağını düşünmekteyiz.

ÖZET

REKTUM KANSERLİ HASTALARDA DİFÜZYON AĞIRLIKLI MR GÖRÜNTÜLEMENİN KANTİTATİF DEĞERLENDİRMESİ: FDG - PET BT İLE KORELASYONU

Amaç:

Bu çalışmanın amacı, rektum kanserli hastalarda DAG görüntüleme ile elde edilen ADC min değeri ile PET/BT ile elde edilen SUV maks arasındaki ilişkinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve yöntem:

Çalışmamıza histopatolojik olarak rektum adenokanser tanısı alan toplam 41 hasta dahil edildi. Hastalara preoperatif evreleme amacıyla bir hafta içinde (ortalama zaman aralığı 3±1 gün) alt abdomen MR ile difüzyon MR ve 18F-FDG PET/BT görüntüleme yapıldı.

ADC min ölçümü için; ROI'ler, b değerinin 1000 sn/mm^2 olduğu görüntülerde tümörü içeren her kesitte tümörün yüksek sinyal intensitesindeki sınırı konturları boyunca manuel olarak çizildi ve ADC haritasına kopyalandı. ADC minimum her tümörün tüm vokselleri içerisinde en düşük ADC değeri olarak saptandı.

SUV max ölçümü için, tüm vücut görüntüleri transaksial, sagittal ve koronal kesitlerde vizüel olarak ayrı ayrı değerlendirildi. Her kesitte saptanan lezyonlardan ROI belirlenerek SUV maks değerleri bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplandı.

DAG ile elde edilen ADC min değeri ile 18F-FDG PET görüntülemede elde edilen SUV maks değeri ''Spearman'' korelasyon testi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı. $p<0,05$ olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular:

Çalışmaya katılan hastaların yaş aralığı 41-79, ortalama yaşı 58.88 ± 9.325 idi. 17'si (%41.5) kadın, 24'ü erkek (%58.5) idi.

Ortalama 'ADC min' 0.62±0.19x10^{-3} mm ^{2}/sn (0.368-1.227x10^{-3} mm^2/sn aralığında), ortalama 'SUV maks' 20.07±9.3 (4.3- 49.5 aralığında) hesaplandı. ADC

min ile SUV maks arasında anlamlı negatif korelasyon tespit edildi (r = -0.347, p= 0.026).

Sonuçlar:

- Rektum adenokanserleri de diğer çoğu tümör gibi DAG'de ADCmin değerlerinde azalma, FDG- PET BT'de ise artmış SUVmaks değerleri gösterirler.
- Rektum adenokanseri için ADC min ile SUV maks arasında negatif korelasyon şeklinde anlamlı bir ilişki vardır.
- Olgu sayısının artırıldığı daha kapsamlı çalışmaların bulgularımızı desteklemek için yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: rektum kanseri, ADC, DAG, SUV, PET/BT.

SUMMARY

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF DIFFUSION-WEIGHTED MR IMAGING IN PATIENTS WITH PRIMARY RECTAL CANCER: CORRELATİON WİTH FDG-PET/CT

Aim:

The aim of the study was to assess correlation between ADC min values obtained from diffusion weighted imaging and SUV max values obtained from 18 FDG-PET/CT in rectal cancer.

Material and method:

Forty one patients with pathologically confirmed rectal adenocarcinoma were included in this study. For preoperative staging; PET/CT and lower abdomen magnetic resonance imaging with diffusion weighted magnetic resonance imaging exams were performed within 1 week (mean time interval, 3±1 day).

For ADC measurement, regions of interest (ROIs) were manually drawn along the border of the high signal of the tumour on the b=1000 s/mm^2 images to cover the entire tumour area of each consecutive tumour-containing slice and copied to ADC maps. ADCmin was determined as the lowest ADC value among all voxels in each tumor.

For SUV max measurement, whole body PET/CT images were assessed visually on transaxial, sagittal and coronal images. ROI's were determined from the lesions seen on each slice and SUV max were calculated automatically by the computer.

ADC min obtained from diffusion weighted imaging and SUV max obtained from 18 FDG-PET/CT were compared by using ''Spearman'' correlation test. $p<0,05$ was considered statistically significant.

Results:

The age range of the patients included in the study was 41-79 years with mean age 58.88 $\pm$ 9.325 years. Seventeen patients (%41.5) were women, 24 patients (%58.5) were men.

Mean ‘ADC min’ was determined as $0.62 \pm 0.19 \times 10^{-3}$ mm^2/sn (range, 0.368-1.227×10^{-3} mm^2/sn), mean ‘SUV max’ was determined as 20.07 ± 9.3 (range, 4.3-49.5). Significant negative correlation were found between ADCmin and SUVmax values ($r = -0.347$, $p = 0.026$).

Conclusions:

- Rectal adenocarcinomas demonstrate decreased ADC on DWI, and increased SUV on FDG-PET like most of other tumors.
- There is significant negative correlations between ADCmin and SUVmax for rectal adenocarcinomas.
- More extensive research on a larger series of patients are needed to support our findings.

Key words: rectal cancer, ADC, DWI, SUV, PET/CT

KAYNAKLAR

1. Warach S, Chien D, Li W, Ronthal M, Edelman RR. Fast magnetic resonance diffusion-weighted imaging of acute human stroke. Neurology 1992;42:1717-23.

2. Dudeck O, Zeile M, Pink D, Pech M, Tunn PU, Reichardt P. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging allows monitoring of anticancer treatment effects in patients with soft-tissue sarcomas. J Magn Reson Imaging 2008;27:1109–1113.

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

4. Zhang J, Tehrani YM, Wang L, Ishill NM, Schwartz LH, Hricak H. Renal masses: characterization with diffusion-weighted MR imaging a preliminary experience. Radiology 2008;247:458–464.

5. Hayashida Y, Hirai T, Morishita S, Kitajima M, Murakami R, Korogi Y. Diffusion-weighted imaging of metastatic brain tumors: comparison with histologic type and tumor cellularity. AJNR 2006;27:1419–1425.

6. Kanauchi N, Oizumi H, Honma T, Kato H, Endo M, Suzuki J. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging for predicting of tumor invasiveness for clinical stage IA non-small cell lung cancer. Eur J Cardiothorac Surg 2009;35:706–710

7. Taouli B, Thakur RK, Mannelli L, Babb JS, Kim S, Hecht EM. Renal lesions: characterization with diffusion-weighted imaging versus contrast-enhanced MR imaging. Radiology 2009;251:398–407

8. Dudeck O, Zeile M, Pink D, Pech M, Tunn PU, Reichardt P. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging allows monitoring of anticancer treatment effects in patients with soft-tissue sarcomas. J Magn Reson Imaging 2008;27:1109–1113

9. Koh DM, Collins DJ Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. AJR 2007;188:1622–1635

10. Amthauer H, Denecke T, Rau B, Hildebrandt B, Hunerbein M, Ruf J. Response prediction by FDG-PET after neoadjuvant radiochemotherapy and combined regional hyperthermia of rectal cancer: correlation with endorectal ultrasound and histopathology. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2004;31:811–819

11. Kalff V, Duong C, Drummond EG, Matthews JP, Hicks RJ Findings on 18F-FDG PET scans after neoadjuvant chemoradiation provides prognostic stratification in patients with locally advanced rectal carcinoma subsequently treated by radical surgery. J Nucl Med 2006;47:14–22.

12. Jing Gu, Pek-Lan Khong, Silun Wang, Queenie Chan, Wailun LAW, Jingbo Zhang. Quantitative Assessment of Diffusion-Weighted MR Imaging in Patients with Primary Rectal Cancer: Correlation with FDG-PET/CT. Mol Imaging Biol 2011;13:1020-1028

13. İnsan embryolojisi Moore, Persaud. Çeviri editörleri: Yıldırım M., Okar İ., Dalçık H. Nobel Tıp Kitabevleri 2002.

14. Sancak B., Cumhur M. Fonksiyonel anatomi: baş boyun ve iç organlar. 3. Baskı. Ankara: ODTÜ Yayıncılık; 2004

15. Netter R., F. H.: Atlas of Surgical Operations. The Ciba Collection of Medical Illustration, 6. Edition, Cleveland 199, 1948.

16. Junqverio C., Corneıro J., Kevey R. Basic Histology 7. Ed., Appleton & Lange, 1992; 306-311.

17. Kierszenbaum A.L. Histology and Cell Biyology; An introduction to Pathology, Mosby, 2002; 438-442.

18. Demir R. Fonksiyonel ilişkileriyle Histoloji Atlası 9. Baskı, Palme Yayıncılık Ankara, 2001, 212-213.

19. Giacosa A, Frascio F, Munizzi F. Epidemiology of colorectal polyps. Tech Coloproctol. 2004: 243-7.

20. Souques M, Lassalle M, Guldner L, Asselain B, Barres D, Pavis C, Dubois G, Martin E, Flejou JF. Colorectal polyps and cancers diagnosed by pathologists in Ile de France Region. Crisapif-Petri Study. Gastroenterol Clin Biol 2006;30:587-93.

21. Shinya H, Wolff WI. Morphology, anatomic distribution and cancer potential of colonic polyps. Ann Surg 1979;190:679-83.

22. Hamilton SR, Liu B, Parsons RE, Papadopoulos N, Jen J, Powell SM, Krush AJ, Berk T, Cohen Z, Tetu B, et al. The molecular basis of Turcot's syndrome. N Engl J Med 1995;332:839-47.

23. Konishi F, Morson BC. Pathology of colorectal adenomas: a colonoscopic survey. J Clin Pathol 1982;35:830-41.

24. Kumar V, Abbas A, Robbins Temel Patoloji 8. basım Çeviri Editörü: Uğur Çevikbaş. Özgün Ofset 2008; 619-625

25. Baykan A., Zorluoğlu A., Geçim E., Terzi C. Kolon ve rektum kanserleri, Türk Kolon ve Rektum Cerrahisi Derneği. Seçil Ofset Matbaacılık I. Baskı; İstanbul 2010.

26. Boyle P, Leon ME. Epidemiology of colorectal cancer. Br Med Bull 2002;64:1-25.

27. Borriello SP, Drasar BS, Tomkins A, Hill MJ. Relative carriage rates of nuclear dehydrogenating clostridia in two populations of different colorectal cancer risk. J Clin Pathol 1983;36:93-5.

28. Gore RM. Colorectal cancer: clinical and pathologic features. Radiol Clin North Am 1997;35:403-424.

29. Arend, Armitage, Clemmons, Çeviri Editörü: Serhat Ünal. Cecil Medicine Ayrıntı Basımevi 23. baskı; Ankara 2011.

30. Maria Giulia Zampinoa, Roberto Labianca, Giordano D. Beretta: Rectal cancer Critical Reviews in Oncology/Hematology 2009; 160–182.

31. Noboru Saito Shingo Kameoka. Serum laminin is an independent prognostic factor in colorectal cancer. Int J Colorectal Dis 2005; 20: 238–44.

32. Reiter W, Stieber P, Reuter C. Multivariate analysis of the prognostic value of CEA and CA 19-9 serum levels in colorectal cancer. Anticancer Res 2000;20:5195-8.

33. Hamilton SR, Aaltonen LA. Pathology and genetics of tumours of the digestive system: World Health Organization classification of tumours. Lyon: IARC Press, 2000;104-147.

34. Bipat S, Glas AS, Slors FJ, et al. Rectal cancer: local staging and assessment of lymph node involvement with endoluminal US, CT, and MR imaging – a meta-analysis. Radiology 2004; 232:773–83.

35. Marusch F, Koch A, Schmidt U, et al. Routine use of transrectal ultrasound in rectal carcinoma: results of a prospective multicenter study. Endoscopy 2002; 34:385–90.

36. Halefoğlu A, Yildirim S, Avlanmış O, Sakiz D, Baykan A. Endorectal ultrasonography versus phased-array magnetic resonance imaging for preoperative staging of rectal cancer. World J Gastroenterol 2008;14:3504-3510.

37. Heriot A.G., Grundy A., Kumar D., Preoperative staging of rectal carcinoma, BJS 1999;86:17-28.

38. Kim NK, Kim MJ, Yun SH. Comparative study of transrectal ultrasonography, pelvic computerized tomography, and magnetic resonance imaging in preoperative staging of rectal cancer Dis Colon Rectum 1999;42:770-5.

39. Beets-Tan RG, Beets GL. Rectal cancer: review with emphasis on MR imaging. Radiology 2004; 232:335-46.

40. Chun HK, Choi D, Kim MJ. Preoperative staging of rectal cancer: comparison of 3-T high-field MRI and endorectal sonography. AJR 2006;187:1557–1562.

41. Nielsen MB, Qvitzau S, and Pedersen JF. Detection of pericolonic lymph nodes in patients with colorectal cancer: an in vitro and in vivo study of the efficacy of endosonography AJR 1993;161:57-60.

42. Akasu T, Kondo H, Moriya Y. Endorectal ultrasonography and treatment of early stage rectal cancer. World J Surg 2000; 24:1061-1068.

43. Rifkin MD, Ehrlich SM, Marks G. Staging of rectal carcinoma: prospective comparison of endorectal US and CT. Radiology 1989; 5170:319-22.

44. Hodgman CG, MacCarty RL, Wolff BG. Preoperative staging of rectal carcinoma by computed tomography and 0.15T magnetic resonance imaging. Preliminary report. Dis Colon Rectum 1986; 29:446-50.

45. Thoeni RF, Moss AA. Detection and staging of primary rectal and rectosigmoid cancer by computed tomography Radiology 1981;141:135-8.

46. Kwok H, Bissett IP, Hill GL. Preoperative staging of rectal cancer. Int J Colorectal Dis 2000;15:9-20.

47. Zagoria RJ, Schlarb CA, Ott DJ: Assesment of rectal tumor infiltration utilizing endorectal MR imaging and comparision with endoscopic rectal sonography. J Surg Oncol 1997; 64:312-317

48. Gualdi GF, Casciani E, Guadalaxara A, d.Orta C, Polettini E, Pappalardo G. Local staging of rectal cancer with transrectal ultrasound and endorectal magnetic resonance imaging: comparison with histologic findings. Dis Colon Rectum 2000; 43:338-345

49. Maldjian C, Smith R, Kilger A, Schnall M, Ginsberg G, Kochman M. Endorectal surface coil MR imaging as a staging technique for rectal carcinoma: a comparison study to rectal endosonography. Abdom Imaging 2000; 25:75-80.

50. Lindmark *G*, Elvin *A*, PShlman L, Glimelius B. The value of endosonography in preoperative staging of rectal cancer. Int J Colorectal Dis 1992; 7:162-6.

51. Hunerbein M, Pegios W, Vogl TJ. Endorectal MRI for staging rectal carcinoma: preliminary experience. Br J Cancer 1995; 72:11.

52. Laghi A, Feri M, Catalano C. Local staging of rectal cancer with MRI using a phased array body coil. Abdom Imaging 2002;27:425-431.

53. Blomqvist L, Machado M, Rubio C, Gabrielsson N, Granqvist S, Goldman S, Holm T. Rectal tumour staging: MR imaging using pelvic phased-array and endorectal coils vs endoscopic ultrasonography. Eur Radiol 2000; 10:653-60.

54. Beets-Tan RG, Beets GL, Vliegen RF, Kessels AG, Van Boven H, De Bruine A, von Meyenfeldt MF, Baeten CG, van Engelshoven JM. Accuracy of magnetic resonance imaging in prediction of tumour-free resection margin in rectal cancer surgery. Lancet 2001;357:497-504.

55. Blomqvist L, Holm T, Rubio C, Hindmarsh T. Rectal tumours--MR imaging with endorectal and/or phased-array coils, and histopathological staging on giant sections. A comparative study. Acta Radiol 1997; 38:437-44.

56. Gagliardi G, Bayar S, Smith R, Salem RR. Preoperative staging of rectal cancer using magnetic resonance imaging with external phase-arrayed coils. Arch Surg 2002;137:447-

57. Brown G, Richards CJ, Newcombe RG, Dallimore NS, Radcliffe AG, Carey DP, Bourne MW, Williams GT. Rectal carcinoma: thin-section MR imaging for staging in 28 patients. Radiology 1999;211:215-22.

58. Hadfield MB, Nicholson AA, MacDonald AW, Farouk R, Lee PW, Duthie GS, Monson JR. Preoperative staging of rectal carcinoma by magnetic resonance imaging with a pelvic phased-array coil. Br J Surg 1997; 84:529-31.

59. Urban M, Rosen HR, Holbling N, Feil W, Hochwarther G, Hruby W, Schiessel R. MR imaging for the preoperative planning of sphincter-saving surgery for tumors of the lower third of the rectum: use of intravenous and endorectal contrast materials. Radiology 2000; 214:503-508.

60. American Joint Committee on Cancer. AJCC cancer staging manual. 7. Ed. New York, NY: Springer, 2010.

61. RSNA Radiology Reporting Templates. http://www.radreport.org/txt/0000068.

62. Merkel S, Mansmann U, Siassi M, Papadopoulos T, Hohenberger W, Hermanek P. The prognostic inhomogeneity in pT3 rectal carcinomas. Int J Colorectal Dis 2001;16:298–304.

63. MERCURY Study Group. Extramural depth of tumor invasion at thin-section MR in patients with rectal cancer: results of the MERCURY study. Radiology 2007;243:132–139.

64. Quirke P, Durdey P, Dixon MF, Williams NS. Local recurrence of rectal adenocarcinoma due to inadequate surgical resection: histopathological study of lateral tumour spread and surgical excision. Lancet 1986;2:996–999.

65. Brown G, Radcliffe AG, Newcombe RG, Dallimore NS, Bourne MW, Williams GT. Preoperative assessment of prognostic factors in rectal cancer using high-resolution magnetic resonance imaging. Br J Surg 2003;90:355–364.

66. Brown G, Richards CJ, Bourne MW. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison. Radiology 2003; 227:371–377.

67. Kotanagi H, Fukuoka T, Shibata Y. The size of regional lymph nodes does not correlate with the presence or absence of metastasis in lymph nodes in rectal cancer. J Surg Oncol 1993;54:252–254.

68. Dworák O. Number and size of lymph nodes and node metastases in rectal carcinomas. Surg Endosc 1989;3:96–99.

69. Le Bihan D, Van zijl P. From the diffusion coefficient to the diffusion tensor NMR. Biomed 2002; 15:431-434.

70. Le Bihan D, Breton E, Lallemanol D. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. Radiology 1986; 161:401-407.

71. Thoeny HC, Keyzer DF. Extracranial applications of diffusion-weighted magnetic resonance imaging. Eur Radiology 2007; 17:1385-1393.

72. Warach S, Gaa J, Sievert B, Wielepolski P, Edelman RR. Acute human stroke studied by whole brain echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. Ann Neurol 1995; 37:231-241.

73. Bammer R. Basic principles of DWI. Eur J Radiol 2003; 45:169-184.

74. Dominik W. , Victor D. , Borut M. Editors, How does MRI Works. 2. Ed.; 2006

75. T. Moritani, S. Ekholm, P.-L.Westesson Editors, DW imaging of Brain, Springer Berlin Heidelberg NewYork Business; 2005.

76. Low RN, Gurney J. Diffusion-weighted MRI (DWI) in the oncology patient: value of breath hold DWI compared to unenhanced and gadolinium-enhanced MRI. J Magn Reson Imaging 2007;25:848–58.

77. Ichikawa T, Erturk SM, Motosugi U. High-b-value diffusion-weighted MRI in colorectal cancer. AJR 2006;187:181–184.

78. Dzik-Jurasz A, Domenig C, George M. Diffusion MRI for prediction of response of rectal cancer to chemoradiation. Lancet 2002;360: 307–308.

79. Hein PA, Kremser C, Judmaier W. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for monitoring diffusion changes in rectal carcinoma during combined, preoperative chemoradiation: preliminary results of a prospective study. Eur J Radiol 2003;45:214–222.

80. Curvo-Semedo L, Lambregts DM, Maas M, Beets GL, Caseiro-Alves F, Beets-Tan RG. Diffusion-weighted MRI in rectal cancer: Apparent diffusion coefficient as a potential noninvasive marker of tumor aggressiveness. J Magn Reson Imaging 2012;35:1365-71.

81. Parikh T, Drew SJ, Lee VS. Focal liver lesion detection and characterization with diffusion weighted MR imaging: comparison with standard breath-hold T2-weighted imaging. Radiology 2008;246:812–22.

82. Nasu K, Kuroki Y, Kuroki S. Diffusion-weighted single shot Echo planar imaging of colorectal cancer using a sensitivity-encoding technique. J Clin Oncol 2004;34:620–6.

83. Fuji S, Matsusue E, Kanasaki Y. Detection of peritoneal dissemination in gynecological malignancy: evaluation by diffusion-weighted MR imaging. Eur Radiol 2008;18:18–23.

84. Asao C, Korogic Y, Kitajima M. Diffusionweighted imaging of radiation-induced brain injury for differentiation from tumor recurrence. AJNR 2005;26:1455–60.

85. Gourtsoyianni S, Papanikolaou N, Yarmenitis S, Maris T, Karantanas A. Respiratory gated diffusion-weighted imaging of the liver: value of apparent diffusion coeffi cient measurements in the differentiation between most

commonly encountered benign and malignant focal liver lesions. Eur Radiol 2008;18:486 – 492.

86. Squillaci E, Manenti G, Di Stefano F, et al. Diffusion-weighted MR imaging in the evaluation of renal tumours. J Exp Clin Cancer Res 2004;23:39–45.

87. Gollub MJ, Schwartz LH, Akhurst T. Update on colorectal cancer imaging. Radiol Clin North Am 2007; 45:85-118.

88. Pijl ME, Chaoui AS, Wahl RL, van Oostayen JA. Radiology of colorectal cancer. Eur J Cancer 2002; 38:887-98.

89. Hekimoğlu ÖK, Üstündağ Y. Kolorektal kanserlerde güncel radyolojik yaklaşımlar. Güncel Gastroenteroloji 2007;11:154-159.

90. Sönmezoğlu K. Pozitron emisyon tomografisi. Pozitron Emisyon Tomografisi Bülteni.: 2001;1:5-8.

91. Rosenbaum SJ, Stergar H, Antoch G, Veit P, Bockisch A, Kühl H. Staging and follow-up of gastrointestinal tumors with PET/CT. Abdom Imaging 2006;31:25-35.

92. Takalkar A, El-Haddad G, Lilien DL. FDG-PET and PET/CT. Indian J Radio Imaging 2007;17:169-179.

93. Bayhan H, Sönmezoğlu K. Pozitron Emisyon Tomografi: Temel bilgiler, dünyadaki durumu ve FDG ile ilgili klinik uygulama sonuçları. Genel Tıp Dergisi 2002; 12:45-56.

94. Endo K, Oriuchi N, Higuchi T, Iida Y, Hanaoka H, Miyakubo M, Ishikita T, Koyama K. PET and PET/CT using 18F-FDG in the diagnosis and management of cancer patients. Int J Clin Oncol 2006;11:286-96.

95. Kapoor V, Mc Cook BM, Torok FS, An Introduction to PET/CT Imaging, Radiographics 2004;79;523–543.

96. Nahas CS, Ankhurst T, Yeung H, Positron emission tomography detection of distant metastatic or synchronous disease in patients with locally advanced rectal cancer receiving preoperative chemoradiation. Ann Surg Oncol 2008,15;704-711.

97. Law WL, Chu KW. Anterior resection for rectal cancer with mesorectal excision a prospective evaluation of 622 patients. AOS 2004;240:260-268

98. Alemdaroğlu K, Akçal T, Buğra D. Kolon rektum ve anal bölge hastalıkları, İstanbul, Tasarım Ofset Hazırlık ve Baskı, 2. Baskı 2004;477-504.

99. Neary P, Makin GB, White TJ, White E, Hartley J, MacDonald A, Lee PW, Monson JR. Transanal endoscopic microsurgery: a viable operative alternative in selected patients with rectal lesions. Ann Surg Oncol 2003;10:1106-1111.

100. Scott-Conner CEH. Çeviri: Terzi C, Canda AE. Rektum Kanserinde Aşağı Anterior Rezeksiyon. In Scott-Conner CEH (ed) Chassin'ın Genel cerrahide ameliyat stratejileri. Ankara, Güneş Kitabevi, 419-449, 2005.

101. Paty PB, Nash GM, Baron P, Zakowski M, Minsky BD, Blumberg D, Nathanson DR, Guillem. JG, Enker WE, Cohen AM, Wong WD. Longterm results of local excision for rectal cancer. Ann Surg 2002;236:522-530.

102. Baron PL, Enker WE, Zakowski MF, Urmacher C. Immediate vs. salvage resection after local treatment for early rectal cancer. Dis Colon Rectum 1995;38:177-181.

103. Ohno Y, Koyama H, Onishi Y. Non–Small cell lung cancer: Whole-body MR examination for M stage assessment—utility for whole-body diffusion weighted imaging compared with integrated FDG PET/CT. Radiology 2008;248:643–54.

104. Komori T, Narabayashi I, Matsumura K. 2-[Fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose positronemission tomography/computed tomography versus whole-body diffusion-weighted MRI for detection of malignant lesions: initial experience. Ann Nucl Med 2007;21:209–15.

105. Ichikawa T, Erturk SM, Motosugi U. High-b value diffusion-weighted MRI for detecting pancreatic adenocarcinoma: preliminary results. AJR 2007;188:409–14.

106. Stecco A, Romano G, Negru M, Volpe D, Saponaro A. Whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the staging of oncological patients: comparison with positron emission tomography computed tomography (PET-CT) in a pilot study. Radiol Med 2009;114:1-17.

107. Cafagna D, Rubini G, Iuele F, Maggialetti N, Notaristefano A. Whole-body MR-DWIBS vs. [18F]-FDG-PET/CT in the study of malignant tumors: a retrospective study. Radiol Med 2012;117:293-311.

108. Ono K, Ochiai R, Yoshida T. Comparison of diffusion-weighted MRI and 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (FDG PET) for detecting primary colorectal cancer and regional lymph node metastases. J Magn Reson Imaging 2009;29:336–340.

109. Rao SX, Zeng MS, Chen CZ, Li RC, Zhang SJ. The value of diffusion-weighted imaging in combination with T2-weighted imaging for rectal cancer detection. Eur J Radiol 2008;65:299-303.

110. Lambregts DM, Cappendijk VC, Maas M, Beets GL, Beets-Tan RG. Value of MRI and diffusion-weighted MRI for the diagnosis of locally recurrent rectal cancer. Eur Radiol 2011;21:1250-8.

111. Kremser C, Judmaier W, Hein P, Griebel J, Lukas P . Preliminary results on the influence of chemoradiation on apparent diffusion coefficients of primary rectal carcinoma measured by magnetic resonance imaging. Strahlenther Onkol 2003;179:641-9.

112. Gu J, Yamamoto H, Fukunaga H, Danno K, Takemasa I, Ikeda M. Correlation of GLUT-1 overexpression, tumor size, and depth of invasion with 18F-2-fluoro-2-deoxy-D-glucose uptake by positron emission tomography in colorectal cancer. Dig Dis Sci 2006;5:2198–2205.

113. Curvo-Semedo L, Lambregts DM, Maas M, Beets GL, Caseiro-Alves F, Beets-Tan RG. Diffusion-weighted MRI in rectal cancer: apparent diffusion coefficient as a potential noninvasive marker of tumor aggressiveness. J Magn Reson Imaging 2012;35:1365-71.

114. Hosonuma T, Tozaki M, Ichiba N, Sakuma T, Hayashi D. Clinical usefulness of diffusion-weighted imaging using low and high b-values to detect rectal cancer. Magn Reson Med 2006;5:173-7.

115. Yasui O, Sato M, Kamada A. Diffusion-weighted imaging in the detection of lymph node metastasis in colorectal cancer. Exp Med 2009;218:177-83.

116. Mizukami Y, Ueda S, Mizumoto A, Sasada T, Okumura R. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detecting lymph node metastasis of rectal cancer. World J Surg 2011;35:895-9.

117. Ho KC, Lin G, Wang JJ, Lai CH, Chang CJ, Yen TC Correlation of apparent diffusion coefficients measured by 3 T diffusion-weighted MRI and SUV from FDG PET/CT in primary cervical cancer. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2009;36:200–208.

118. Gu J, Khong PL, Wang S, Chan Q, Law W, Zhang J. Quantitative assessment of diffusion-weighted MR imaging in patients with primary rectal cancer: correlation with FDG-PET/CT. Mol Imaging Biol 2011;13:1020-8.