



Yumuşak doku sarkomlarında tüm vücut manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanımı

The use of whole-body magnetic resonance imaging (MRI) in soft tissue sarcomas

Mustafa Sungur¹, Cem Burak Kalaycı²

¹Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Acıbadem Üniversitesi Atakent Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

²Acıbadem Üniversitesi Atakent Hastanesi Radyoloji Kliniği, İstanbul

Yumuşak doku sarkomlarında ilk tanıda evreleme, kemoterapiye yanıtın değerlendirilmesi, nüks ve metastazların takibi için tüm vücut görüntüleme gerekir. Bu amaçla kullanılan tüm vücut manyetik rezonans görüntüleme (MRG); yumuşak doku rezolüsyonunun çok iyi olması, kemik metastazlarını da başarılı bir şekilde tespit edebilmesi, tüm vücut tarama sırasında aynı seansta primer tümöre yönelik detaylı anatomik inceleme yapılabilmesi, metastazlara yönelik cerrahi tedavi gerekirse de buna yönelik yeterli görüntüleri sağlayabilmesi ve başka tetkik gerektirmemesi, fonksiyonel görüntüleme sekansları sayesinde kemoterapi yanıtının değerlendirilebilmesi, iyonize radyasyon gerektirmemesi nedeniyle çok değerli ve gittikçe daha çok tercih edilen bir görüntüleme yöntemidir. Klinik özellikleri ile diğer yumuşak doku sarkomlarından farklılık gösteren miksoid liposarkom pozitron emisyon tomografisine (PET) duyarlı olmadığı için bu alt tipte tüm vücut görüntüleme için özellikle tüm vücut MRG önerilmektedir. Özellikle çocuklarda ve Li-Fraumeni sendromu gibi hayat boyu izlem gerektiren kanser yatkınlık sendromlarında iyonize radyasyon içermediği için pozitron emisyon tomografisi-bilgisayarlı tomografi'ye (PET-BT)'ye göre daha güvenlidir. Yumuşak doku sarkomlarının değerlendirilmesi için kullanılan tüm vücut MRG hareketli masada özel sarmallar kullanılarak 45 dakika-bir saat arası sürmektedir. En az iki anatomik sekans (örneğin; STIR "short tau inversion recovery" ve T1 post-kontrast VIBE "volumetric interpolated breath-hold examination") ve bir fonksiyonel sekans (difüzyon ağırlıklı MRG) kullanılarak hem yumuşak doku hem de kemik kitleleri yüksek duyarlılık ve özgüllükle saptanabilir.

Anahtar sözcükler: yumuşak doku sarkomu; tüm vücut görüntüleme; tüm vücut MRG

Whole body imaging is required in soft tissue sarcomas for initial staging, assessment of chemotherapy response, and surveillance for relapse and metastases. Whole body magnetic resonance imaging (MRI) is a valuable diagnostic method in this manner because it has a high soft tissue resolution and a high effectiveness for detecting bone metastases, it is possible to assess the primary tumor in detail at the same session, it can provide anatomical detail for any detected metastasis so that no other diagnostic study is needed in case of any need for surgery, it can provide functional images for assessment of treatment response and it doesn't use ionizing radiation. Myxoid liposarcoma, which somewhat differs from other soft tissue sarcomas clinically, is not FDG-avid so whole body MRI is especially recommended for this sarcoma subtype instead of positron emission tomography - computed tomography (PET-CT). Whole body MRI is safer than PET-CT because of its lack of ionizing radiation, and this is even more important in children and cancer predisposition syndromes, such as Li-Fraumeni syndrome. The duration of whole body MRI, which uses a moving table and special coils, is around 45 minutes-one hour when used in the setting of soft tissue sarcoma. At least two anatomical sequences (such as STIR and T1 post-contrast VIBE) and a functional sequence (diffusion weighted MRI -DWI) is used, which provide a high sensitivity and specificity for detection of soft tissue and bone tumors.

Key words: soft tissue sarcoma; whole body imaging; whole body MRI

Onkolojik hastalarda doğru evreleme ve metastaz yükünün değerlendirilmesi, etkili bir tedavinin planlanması için çok önemlidir. Tedavi sonrası

tümör yükünün azalıp azalmadığının değerlendirilmesi gerekir çünkü buna göre tedavi stratejisinde değişiklik yapıp yapılmayacağına karar verilir. İdeal

İletişim / Contact: Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Sungur • **E-posta / E-mail:** mustafa.sungur@acibadem.edu.tr

ORCID iD: Mustafa Sungur, 0000-0001-6504-7924 • Cem Burak Kalaycı, 0000-0001-9452-7505

Geliş / Received: 5 Mayıs 2023 • **Revizyon / Revised:** 7 Mayıs 2023, 10 Temmuz 2023 • **Kabul / Accepted:** 13 Temmuz 2023

olarak onkolojik görüntüleme yöntemlerinin hızlı olması, vücudun geniş bir alanını göstermesi, yüksek kalitede görüntüler sunması ve klinik olarak önemli bilgiler vermesi gerekir. Bilgisayarlı tomografi (BT) gibi belirli bir anatomik bölgeye yönelik kesitsel görüntüleme yöntemleri yerine baştan ayağa kadar birçok bölgeyi gösteren, anatomik ve fonksiyonel değerlendirmeye imkân veren tüm vücut görüntülemelerinin kullanılması daha verimli olabilir.^[1] Tüm bu gereksinimlere cevap veren tüm vücut manyetik rezonans görüntüleme (TVMRG), hem tümörün saptanması hem de tedavi yanıtının değerlendirilmesi için kullanılan, iyonize radyasyon kullanmayan ve hem kemik iliği hem de yumuşak dokuda mükemmel görüntüler sunan bir görüntüleme yöntemi olması nedeniyle son yıllarda öne çıkmıştır.^[2]

Tüm vücut MRG ile ilgili çalışmalar ilk kez erişkin hastalarda kullanımıyla ilgili 25 yıl önce yayınlanmaya başlamıştır. Pediatrik onkolojide TVMRG kullanımı ile ilgili de son 20 yıldır giderek artan sayıda çalışmalar yapılmaktadır.^[3] Yapılan ilk çalışmalarda diğer tetkiklere üstünlüğü saptanamamış ve maliyet-etkinliği ile ilgili yeterli veri olmadığı için kullanımı önerilmemiştir ancak ilerleyen yıllarda yeni sekanslar, yeni sarmallar ve hareketli masa kullanımı gibi gelişen teknolojiler, kısalan uygulama süresi ve artan hasta konforuyla birlikte çok daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.^[4-8] Günümüzde TVMRG kullanım endikasyonları şu şekilde sıralanabilir:^[6,9-12]

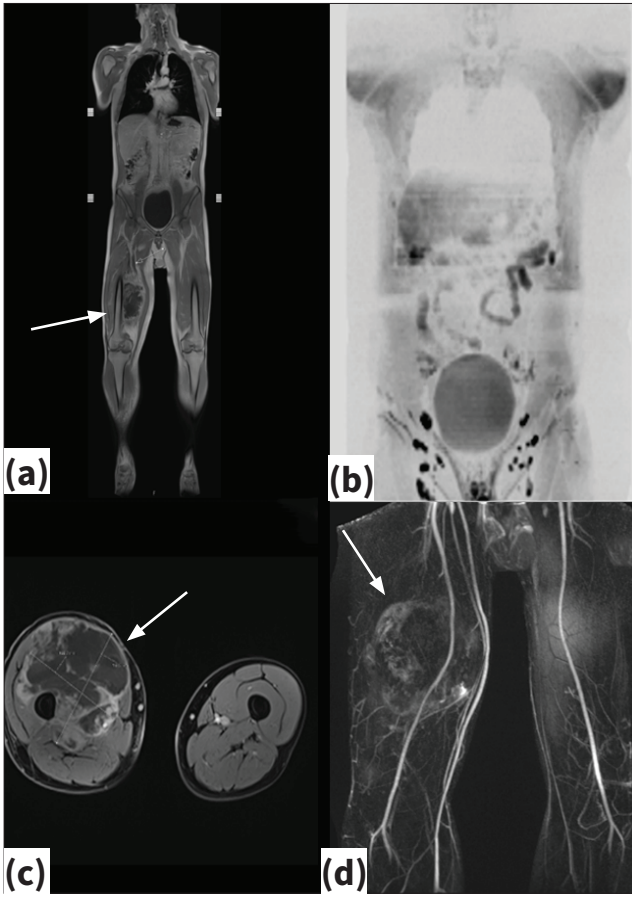
- Genetik kanser yatkınlığı olan popülasyonda tarama yapılması
- Belirli kanser tiplerinde tek tetkikle evreleme yapılması
- İyonize radyasyondan kaçınmak için çocuklarda, gebelerde ve belirli genetik bozukluklarda tüm vücut görüntülenmesi
- Kemik iliğini ve yumuşak dokuyu tutan *malign* tümörlerin belirlenmesi (ilk tanı ve takip sırasında nüks ve metastazların belirlenmesi)
- Kemoterapi ve radyoterapiye yanıtın değerlendirilmesi
- Asemptomatik olan genel popülasyonda *check-up*

Manyetik rezonans görüntüleme, yumuşak doku rezolüsyonu sayesinde yumuşak doku kitlelerinin değerlendirilmesinde en sıklıkla kullanılan görüntüleme yöntemidir.^[13] Manyetik rezonans görüntüleme, yumuşak doku sarkomlarının ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Tüm vücut MRG inceleme ile yumuşak doku sarkomlarında tek bir seansta (*one stop shop*) evreleme, yeniden evreleme, ameliyat öncesi planlama gerçekleştirilebilmektedir.

İnceleme süresi hastanın uyumuna bağlı olarak değişmekle birlikte yaklaşık 45-60 dk. arasında tamamlanabilmektedir. İnceleme çok düzlemlili, çok sekanslı ve kontrendikasyon yoksa kontrastlı olarak gerçekleştirilir. Hasta MRG cihazı içerisinde supin yatar pozisyonda bulunur.

Öncelikle sıvıya duyarlı yağ baskılı sekans (*short tau inversion recovery*, STIR) ile tüm vücut taranır. Bu inceleme koronal planda gerçekleştirilir. Bu sekansın genel olarak lezyon saptanmasında duyarlılığı oldukça yüksek ancak özgüllüğü nispeten düşüktür. Aksiyel planda boyundan başlayarak pelvisi içerecek şekilde T2 ağırlıklı (T2W-T2 *weighted*) görüntüler ve difüzyon ağırlıklı (*diffusion weighted imaging*, DWI) görüntüler elde edilir. Sagittal planda tüm spinal kolonu içeren T1 ağırlıklı (T1W-T1 *weighted*) görüntüler elde edilir. İntravenöz kontrast madde verilmesini takiben izovolümetrik 3D sekans (*volumetric interpolated breath-hold examination*, VIBE) ile tüm vücut taranır. Yağ baskılı T1 ağırlıklı bu sekans ile elde edilen görüntüler sayesinde, multiplanar rekonstrüksiyon kullanılarak istenen her düzlemde oluşturulabilecek postkontrast görüntüler elde edilmiş olur. Ameliyat öncesi planlama açısından dinamik kontrastlı seriler elde edilebilir. Özellikle ekstremiteler yerleşimli yumuşak doku sarkomlarının vasküler yapılarla ilişkisini göstermede dinamik kontrastlı MRG'nin (*dynamic contrast enhanced MRI*, DCE-MRI) bir türü olarak değerlendirilebilecek TWIST sekans (*Time-resolved MRI angiography*) yardımı ile anjiyografik görüntüler oluşturulabilir. Bu sekans yardımıyla kitlenin vasküler yapılarla ilişkisi, olası invazyonu, arteriyel yapının distaline akım geçişi kolayca değerlendirilebilir. Bu anatomik bilgiye ek olarak 2-3 saniye aralıklarla elde olunan multipl post-kontrast serilerin varlığından yararlanılarak kitlenin vaskülarizasyonu, neoadjuvan tedavilere yanıtı erken arteriyel serilerde belirginleşme varlığı kullanılarak değerlendirilebilir. Takip hastalarında da lokal nüksün erken saptanması ve granülasyon dokusunun ameliyat sonrasında oluşan skar dokusundan ayırımının yapılabilmesinde oldukça faydalı bir görüntüleme yöntemidir (Şekil 1).

Difüzyon ağırlıklı DWI sekansı ile şüpheli lezyonların karakterizasyonu yapılabilir. Bu sekans aksiyel olarak elde edilir ancak koronal olarak düzenlendikten sonra görüntüler invert edilerek pozitron emisyon tomografisine (PET) benzer bir görüntü elde edilebilir.^[5,6,13-16] T1 ağırlıklı sekansıyla özellikle kemik lezyonları ve kemik iliği invazyonu değerlendirilebilir. Sıvıya duyarlı yağ baskılı sekansı patolojik dokuların saptanmasında duyarlı olduğu için koronal STIR sekansı çoğu merkezde TVMRG'nin ana sekanslarından birisi olarak kullanılır. Patolojik lenf nodları ve solid organ metastazları da STIR sekansı ile saptanabilir. Sıvıya duyarlı yağ baskılı sekans ve T1W sekanslarının kullanıldığı



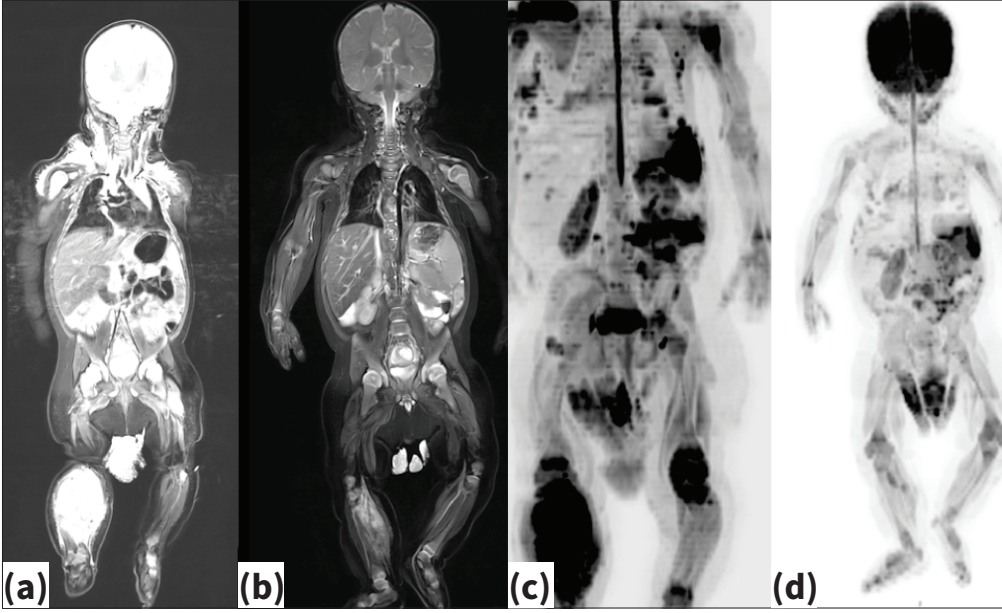
Şekil 1.a-d. Kırk bir yaşında yuvarlak hücre komponentli miksoid liposarkom tanılı erkek hasta. Koronal post-kontrast VIBE sekansında sağ uyluktaki kitle görülüyor (a). Difüzyon sekansından (DWI) elde edilen yalancı PET görüntüsü (b). Tüm vücut MRG'ye ek alınan aksiyel kesitlerle ameliyat öncesi planlama amacıyla primer tümör detaylı olarak incelenmiş (c). TWIST sekansı (d).

TVMRG, yumuşak doku ve kemikteki metastazların ve akciğer metastazı yapmış ama primer yerleşimi bilinmeyen bir yumuşak doku sarkomunun yerleşim yerinin belirlenmesinde kullanılabilir.^[13] Hangi sekansların kullanılacağına, TVMRG'nin hangi endikasyon için uygulandığına göre karar verilir. Tetkik süresinin fazla uzun tutulmaması için en optimal sekansların seçilmesi gerekir.^[5,6,17,18] Tüm vücut MRG hem 1,5T hem de 3T manyetik alan gücü ile çekilebilir.^[2]

Dinamik kontrastlı MRG (DCE-MRI) ve DWI sekansı ile sağlanan fonksiyonel görüntülemeler, ileri MRG teknikleri arasında sayılmaktadır. Dinamik kontrastlı MRG ile yumuşak dokulardaki mikrodolaşım detaylı olarak analiz edilebilir. Bu sayede lezyonun boyutu, lokal evresi ve tedaviye yanıtı değerlendirilebilir. Difüzyon sekansı ile tümör nüksü %97 özgüllükle ameliyat sonrası oluşan enflamasyon ve fibrotik dokulardan ayırt edilebilir, ancak bu durumdaki duyarlılığı yalnızca %60 olarak bulunmuş-

tur. Değişik sekansların bir arada kullanılması sayesinde duyarlılık oranı da artmaktadır.^[13] Dinamik kontrastlı MRG kemoterapi yanıtı, hastalık nüksü ve biyopsi alınması gereken alanın belirlenmesinde faydalı olduğu için hastanın ilk değerlendirilmesinde, tedavi sırasında ve sonraki takibinde kullanılır. Kemoterapi yanıtının değerlendirilmesinde yumuşak doku sarkomunu çevreleyen dokuların değerlendirilmesi de önem taşımaktadır; infiltratif büyüme paterni ve tümörü çevreleyen ödemin durumu incelenerek satellit lezyonların varlığı ve tedaviye histolojik yanıt değerlendirilebilir.^[19] İncelemeye DWI sekansı da eklenirse tümör çevresindeki sinyalin reaktif değişiklik mi yoksa tümör infiltrasyonu mu olduğu değerlendirilebilir. Böylece ekstremitte koruyucu cerrahi sırasında önemli dokuların korunmasına yardımcı olur.^[13] Sarkomlarda tedavi yanıtı, güncel onkoloji pratiğinde RECIST (*Response Evaluation Criteria In Solid Tumors*) 1.1 kriterlerine göre belirlenmektedir, bu kriterlere göre BT ve PET-BT'de lezyonların boyutundaki artışa göre tedaviye yanıt tam yanıt, kısmi yanıt, stabil hastalık ve progresif hastalık olarak sınıflandırılmaktadır.^[1] Pozitron emisyon tomografisi bilgisayarlı tomografiyle metabolik ve anatomik olarak tedavi yanıtı değerlendirilebilir de iyonize radyasyonun varlığı önemli bir çekincedir. Ayrıca miksoid liposarkom ve GİT (gastrointestinal stromal tümör) gibi sarkomlarda da FDG (florodeoksiglukoz) duyarlılığının yeterince iyi olmadığı bilinmektedir.^[1] Tedavi yanıtının değerlendirilmesinde DWI sekansı ile birlikte TVMRG iyi bir alternatiftir. Tüm vücut MRG'nin *malign* tümörlerin saptanmasında oldukça duyarlı ve özgül olduğu gösterilmiştir. Özellikle kemik metastazlarının saptanmasında en iyi görüntüleme yöntemidir (Şekil 2).^[20]

Bir hastada yumuşak doku sarkomu saptandığında görüntülemeden beklenen tüm vücut tarama ile metastazları saptayarak evrelemenin yapılmasının yanında primer tümör ile ilgili detaylı bilgi edinmektir. Bu nedenle tüm vücut MRG sırasında eş zamanlı olarak primer kitleye de aksiyel incelemeler yapılarak ameliyat öncesi değerlendirme tek tetkik ile tamamlanabilir. Benzer şekilde kemoterapi ve radyoterapiye yanıtı değerlendirirken primer tümöre yönelik ek sekanslar alınarak gerekli ameliyat öncesi planlama yapılabilir. Takip sırasında nüks saptanırsa yine eş zamanlı olarak nüks bölgesine ek inceleme yapılabilir. Bu sayede hastaya başka inceleme yapmaya gerek kalmadan ve zaman kaybetmeden tedaviye geçilebilir. Yalnızca 5 mm'den küçük akciğer metastazlarının saptanmasında TVMRG duyarlılığı yeterli olmadığı için ayrıca akciğer BT çekilmesi gerekir. Tüm vücut MRG sırasında saptanan yumuşak doku ve kemik metastazları için de gerekirse ek çekim aynı seansta yapılabilir. Öte yandan yumuşak doku ya da kemik metastazı



Şekil 2.a-d. Üç aylık infantil fibrosarkom tanılı erkek hasta. İlk tanı anındaki tümör yükünü gösteren koronal STIR sekansı (a). İki aylık kemoterapi sonrası kontrol amacıyla çekilen TVMRG'de VIBE sekansı (b). Kemoterapi öncesi difüzyon MRG görüntüsü (c). İki aylık kemoterapi sonrası alınan difüzyon MRG görüntüsünde kemoterapiye iyi yanıt alındığı görülüyor (d).

diğer yöntemlerle, örneğin PET-BT ile saptanırsa tedavi gereksinimi ve planlaması için ayrıca MRG çekilmesi gerekebilir. Örneğin omurga metastazı PET-BT ile saptandıysa epidural bası olup olmadığı ancak MRG ile değerlendirilebilir. Ancak TVMRG'de gerekli ek sekanslar eş zamanlı olarak alındığı için hastaya ayrıca tetkik yapmaya gerek kalmaz. Tüm vücut MRG'nin bu özelliği ortopedik onkolog için çok değerlidir.

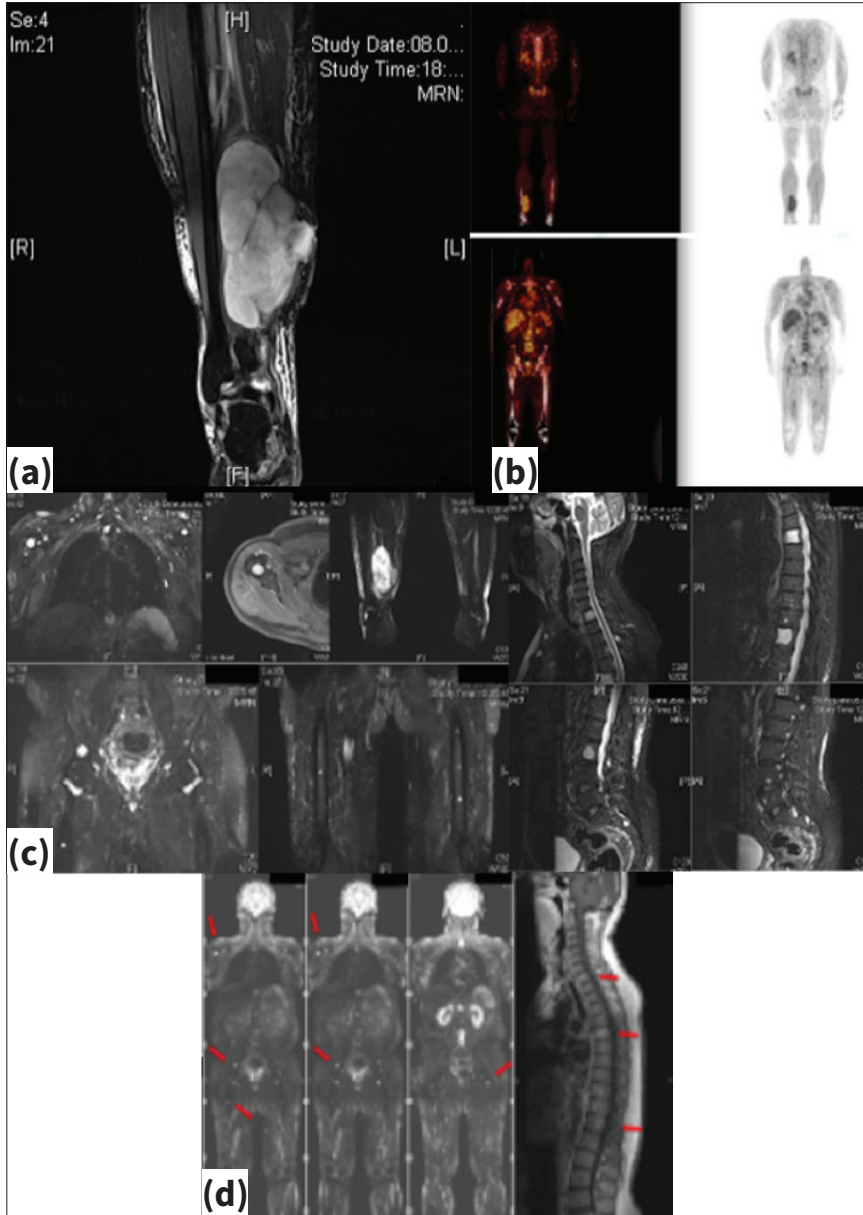
Ekstremitte yumuşak doku sarkomlarının insidansı yaklaşık olarak 100.000 kişide 4-5 olarak hesaplanmaktadır. En sık karşılaşılan yumuşak doku sarkomu tipleri leiomyosarkom ve liposarkomdur. Ekstremitte yumuşak doku sarkomlarının yaklaşık olarak üçte birinde takipte metastaz ortaya çıkar, en sık metastaz yeri ise akciğerdir.^[21] Hastaların %73'ünde ilk metastaz yeri akciğer olarak bildirilmiştir, hastaların %52'sinde ise yalnızca akciğer metastazı bulunur.^[22] Ancak akciğer dışında seyrek de olsa beyin, kemik, batin ve retroperiton dâhil vücudun neredeyse her bölgesinde metastaz ortaya çıkabilir. En sık batin ve retroperiton metastazı yapan ekstremitte yumuşak doku sarkomları miksoid liposarkom, leiomyosarkom ve alveolar yumuşak doku sarkomu (alveolar soft part sarkom) olarak bildirilmiştir.^[21] Bu metastazların saptanarak tedavi edilmesi sağkalımı olumlu yönde etkilemektedir.

İkinci en sık (%15-20) rastlanan ekstremitte yumuşak doku sarkomu olan liposarkom, iyi diferansiye liposarkom, miksoid liposarkom (MLS), dediferansiye lipo-

sarkom, pleomorfik liposarkom ve miksoid pleomorfik liposarkom alt tiplerine ayrılır. Miksoid liposarkom (tüm liposarkomların %30-50'si) diğer tiplerden klinik ve görüntüleme özellikleri bakımından farklılık gösterir.^[23] Bu alt tipte batin ve retroperiton metastazları daha siktir. Akciğer metastazı ise çok daha nadirdir.^[24] Metastazların %14-45'i akciğerdeyken, akciğer dışı metastazların oranı literatürde %94'e kadar çıkmaktadır.^[22] Diğer yumuşak doku sarkomlarında batin ve retroperiton metastazı riski %5,6 iken MLS alt tipinde bu risk %12,1 olarak bildirilmiştir.^[21] Ayrıca alışılmadık bölgelerde de metastaz riski diğer alt tiplere oranla çok daha fazladır. Retroperiton, karaciğer dışı intraperitoneal bölge, göğüs ve batin duvarı, subkutan doku, ekstremiteler, aksilla, boyun, plevra, perikard, kalp, epidural mesafe, paraspinal bölge, omurga, diğer kemikler, karaciğer, meme, timüs, göz ve lenf nodu metastazları bildirilmiştir. Miksoid liposarkomda metastazlar akciğerden önce kemik ve yumuşak dokularda ortaya çıktığı için yalnızca akciğer BT ile takip yapılması birçok metastazın saptanamamasına yol açar.^[22,24] Bu nedenle genel olarak ekstremitte yumuşak doku sarkomlarında takip için akciğer ve batin BT'si önerilmekteyken olası metastazları daha erken dönemde yakalayabilmek için MLS'nin hem ilk evrelemesinde hem de takibinde TVMRG kullanılması önerilmektedir.^[21,23,25-27] Bu yöntemle metastazların henüz asemptomatikken yakalanabildiği gösterilmiştir.^[24] Miksoid liposarkom metastazlarında TVMRG tetkikinin duyarlılığı %80-84, özgüllüğü ise %97-

98 olarak bildirilmiştir. Öte yandan, FDG-PET'in MLS takibinde yalancı negatiflik oranının çok yüksek olduğu bilinmektedir, omurga metastazlarında duyarlılığı yalnızca %14 olarak bildirilmiştir. FDG-PET'in bu düşük duyarlılık düzeyi, mikroid stromanın işaretlenmiş glikozun hücrelere ulaşmasını engelleyerek tarayıcı tarafından saptanmasını engellemesine bağlanmaktadır.^[24] Mikroid liposarkomun bir alt tipinde yuvarlak hücre morfolojisi bulunur; yuvarlak hücre oranı %5'in üzerinde ise metastaz riski daha da yüksek ve prognoz daha kötü olduğu

bildirilmiştir.^[28] Toplamda MLS tipinde metastaz oranı %14-32 arasında bildirilmiştir, metastatik hastaların %40'ında kemik tutulumu bulunur. En sık kemik metastazı omurgada ortaya çıkmaktadır. Mikroid liposarkom için TVMRG kullanımı son ESMO (*European Society for Medical Oncology*, Avrupa Tıbbi Onkoloji Derneği) yönergesine de alınmıştır.^[25] Takip sıklığı ilk 2-3 yıl boyunca 3-4 ayda bir, sonrasında beş yıla kadar yılda iki kez, sonrasında yıllık olarak önerilmektedir. On yıldan sonra nüks riski azaldığı için takip kişiye özel olarak düzenlenebilir (Şekil 3).^[25]

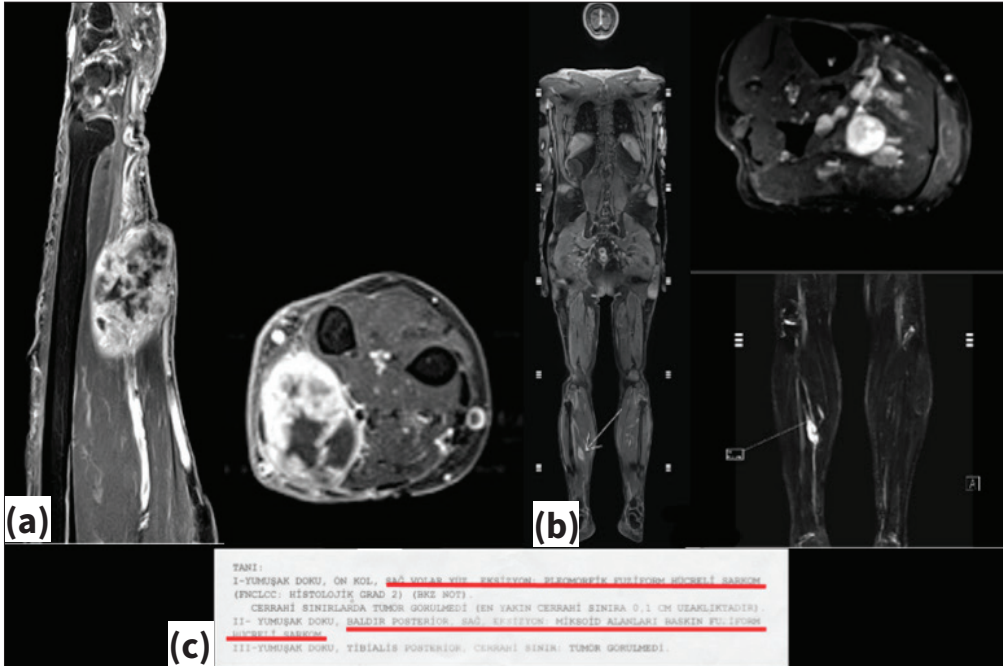


Şekil 3.a-d. Elli dokuz yaşında sağ krusta mikroid liposarkom tanılı erkek hasta. Hasta tanısını dış merkezde almış. Evreleme amacıyla TVMRG çekildi: Hastanın başvuru sırasında elinde olan MRG'sinde sağ krusta kitle görülüyor (a). Başvuru öncesi dış merkezde çekilen PET-BT'de primer kitle dışında patolojik bulgu yok (b). Tüm vücut MRG incelemesinde yaygın kemik metastazları görünüyor (c,d).

Rabdomiyosarkomda da TVMRG kullanımının duyarlı olduğu gösterilmiştir. Yumuşak doku rezolüsyonu ve üç planlı görüntüleme yeteneği sayesinde tümörün yerleşim yeri, lokal yayılımı ve rejyonel lenf nodu tutulumunun saptanmasında etkili olduğu bulunmuştur.^[29] Tüm vücut MRG tetkikine DWI sekansı eklendiğinde tedavi sonucunda primer tümör ve metastazlardaki yanıt değerlendirilebilir. Ayrıca alveolar rabdomiyosarkomda ekstremiteelerin distal kısımları görüntülenmediğinde bazı lezyonlar saptanamayabileceği için tüm vücut MRG kullanımı önerilmiştir. Tüm vücut MRG çekilen alveolar rabdomiyosarkom hastalarının %14'ünde ekstremiteelerin en distalinde sessiz lezyonlar bulunmuştur.^[30] Nörofibromatozis ve schwannomatoziste periferik sinir kılıfı tümörlerinin karakterizasyonu, tümör yükünün değerlendirilmesi ve takibinde de fonksiyonel sekansların eklendiği TVMRG önerilmiştir.^[31,32] Selim periferik sinir kılıfı tümörlerinde de PET-BT'de yüksek metabolik aktivite saptandığı için *malign* dejenerasyon TVMRG ile daha iyi değerlendirilebilir (Şekil 4).

Pediyatrik yumuşak doku sarkomları, tüm çocukluk çağı kanserlerinin %7'sini oluşturur.^[33] Yumuşak doku sarkomları histolojik olarak heterojen bir grup olmakla birlikte genellikle rabdomiyosarkom ve rabdomiyosarkom dışı yumuşak doku sarkomları olarak ikiye ayrılırlar. Rabdomiyosarkom çocukluk çağı ve ergenlerde en sık yumuşak doku sarkomudur ve tüm yumuşak doku sar-

komlarının %50'sini oluşturur. Rabdomiyosarkom vücudun herhangi bir bölgesinden köken alabilir ve rejyonel lenf nodu metastazı ve uzak metastaz riski çok yüksektir. Lenf nodu metastazı dışında akciğer ve kemik metastazları da sıktır. Bu nedenle evreleme ve takip için tüm vücut görüntüleme gereklidir; PET-BT, özellikle metastatik lenf nodlarının belirlenmesinde duyarlı olduğu için pediyatrik yumuşak doku sarkomlarının tüm vücut görüntülemesi için önerilmiştir.^[33,34] Ancak PET-BT iyonize radyasyon kullanan bir yöntemdir. Öte yandan, pediyatrik yumuşak doku sarkomlarının metastatik yayılımlarının değerlendirilmesinde TVMRG çok değerlidir çünkü iyonize radyasyon içermez (Şekil 5).^[35,36] Çevreden yıllık maruz kalınan radyasyon miktarı 3 mSv iken bir akciğer tomografisinden alınan doz 6-10 mSv, PET'den alınan doz 15 mSv olarak ölçülmüştür. Bilgisayarlı tomografi ile kombine edilen PET (PET-BT)'te ise doz 25-30 mSv'ye çıkmaktadır. Radyasyona bağlı kanser riski doğrusal olarak artmaktadır ve kanser riski için radyasyon dozunda bir eşik değer bulunmaz. Bu nedenle en küçük dozda bile potansiyel bir risk olduğu bildirilmiştir. Yüz mSv büyüklüğünde bir dozun 100 kişiden birinde, bir BT'den alınan 10 mSv büyüklüğündeki dozun ise 1.000 kişiden birinde kanser riski oluşturduğu hesaplanmıştır. Çocukluk çağı kanserlerinin tanısı ve takibi boyunca görüntüleme yöntemlerinden alınan kümülatif radyasyon dozu 109-152 mSv olarak hesaplanmaktadır. Çocuklar iyonize radyasyona

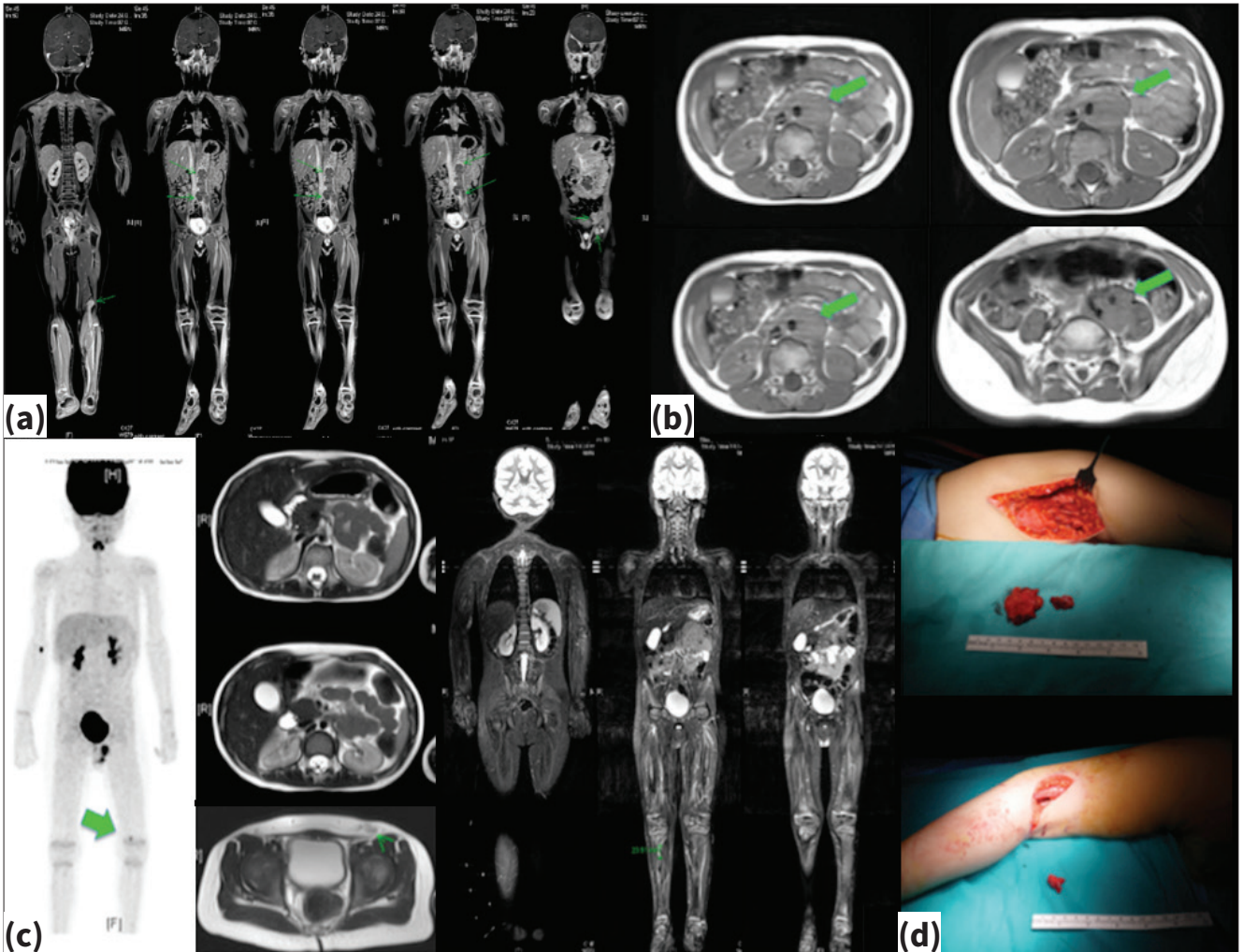


Şekil 4.a-c. Yetmiş üç yaşında erkek hasta, sağ ön kolda kitle şikâyeti ile başvurdu. *Tru-cut* biyopsi sonucu fusiform hücreli sarkom geldi: Sağ ön koldaki kitle görülüyor (a). Tüm vücut MRG sonucunda sağ kruriste de yumuşak doku kitlesi saptandı. İki kitle de cerrahi olarak çıkartıldı (b). Patoloji sonucu ön koldaki kitlede pleomorfik fusiform hücreli sarkom, sağ kruriste ise miksoid alanları baskın fusiform hücreli sarkom olarak geldi (c).

karşı özellikle daha hassastır çünkü radyasyonun hasar yaratacağı bölümen hücrelerin oranı çocuklarda daha yüksektir. Ayrıca çocukların radyasyonun olumsuz etkilerini görece kadar uzun yaşama olasılıkları da daha yüksektir. Bir yaşındaki bir hastanın bir tek batin BT tetkikinden aldığı radyasyon sonucu hayat boyu kanserden ölme riski 550'de bir olarak hesaplanmıştır.^[35,37] Yirmi yaşındaki bir hastanın bir PET-BT'den aldığı 32 mSv'li doz sonucunda hayat boyu kanser riski %0,514 olarak bulunmuştur.^[11] İyonize radyasyona erken çocukluk döneminde maruz kalındığında 30 yaş üstü maruz kalan bir hastaya göre hayat boyu kanser riski üç kat artmaktadır.^[35] Pozitron emisyon tomografisi-MRG (PET-MRG) kullanımı ile radyasyon dozu PET-BT'ye göre %80 oranında azaltılabilir.^[38] Pozitron emisyon tomografisi-MRG ile MRG'nin sağladığı anatomik görüntüleme ve FDG-PET'in sağladığı metabolik görüntüleme birleştirilebilir. Kemoterapi yanıtının değerlendirilmesi için PET-MRG'nin etkinliğinin tüm vücut

DWI MRG ile benzer olduğu saptanmıştır.^[38] Ancak bu tetkik henüz standardize edilememiştir, kullanılan MRG sekansları fonksiyonel TVMRG görüntüleri kadar detaylı bilgi veremez ve daha az da olsa hala iyonize radyasyon kullanılmaktadır. Tüm vücut MRG ile kemik iliği, yumuşak doku ve solid organlarda yumuşak doku rezolüsyonu diğer tetkiklere göre daha üstündür. Tüm vücut MRG kullanımı ile pediyatrik yaş grubunda gereken görüntüleme çalışmalarının sayısı da en aza indirilmiş olur.^[13]

Kanser yatkınlık sendromu olan çocuklarda ve erişkinlerde takip için TVMRG kullanımı yönergelere girmiştir. Bu sendromlarda birçok farklı dokuda multifokal hastalık ortaya çıkabilir. Ayrıca küçük yaştan itibaren uzun süreli takip gerektiği için iyonize radyasyonun kullanılmaması da önemli bir avantajdır.^[14] TP53 gen mutasyonu sonucu ortaya çıkan Li-Fraumeni sendromunda en sık rastlanan kanserler premenopozal meme kanseriyle birlikte kemik ve yumuşak doku sarkomlarıdır;



Şekil 5.a-d. Beş yaşında rabdomyosarkom tanılı erkek hasta. Kemoterapi öncesi aortu içine alan inoperabl kitle görülüyor (a,b). Kemoterapi sonrası retroperitoneal kitle tamamen kayboldu, inguinal bölgede ve diz ardında birer küçük odak kaldı (c). Kalan odaklar cerrahi olarak çıkartıldı (d).

sarkomlar Li-Fraumeni sendromunda ortaya çıkan kanserlerin yaklaşık olarak %25'ini oluşturur. Bunun dışında adrenokortikal karsinom, lösemi, merkezi sinir sistemi tümörleri ve böbrek tümörleri görülebilir. Her ne kadar çoğu yönergede tarama için meme muayenesi, 20 yaşından sonra meme MRG'yi ve mamografi ile 2-5 yılda bir kolonoskopi önerilse de bu yöntemler sarkomlar ya da beyin tümörleri gibi Li-Fraumeni sendromunda görülen diğer sık kanserleri saptamak için yeterli değildir. Bu nedenle tanı anından itibaren takip için yıllık TVMRG ile kapsamlı tarama önerilmektedir.^[39] Li-Fraumeni sendromu dışında herediter retinoblastomda 8-10 yaşından sonra yıllık TVMRG, tip 1 nörofibromatoziste 16-20 yaşları arasında ilk referans olarak kullanılmak üzere bir kez TVMRG, tip 2 nörofibromatoziste semptom varsa TVMRG önerilmektedir.^[16] Kanser yatkınlık sendromlarının takibi için çekilen TVMRG'de de koronal STIR ana sekans olarak kullanılmaktadır, ayrıca koronal T1W sekansı ile kemik iliği, aksiyel görüntülerle lenf nodları değerlendirilir. Fonksiyonel görüntüleme için DWI kullanılabilir.

Tüm vücut MRG kullanımının zorluklarından birisi hastaların anksiyete nedeniyle tetkikten kaçınmalarıdır. Bu tetkikte hastanın kafası dâhil tüm vücudu inceleme alanına girmekte, tetkik uzun sürmekte ve bazen hareketi engelleyecek şekilde hastanın üzerine özel sarmallar yerleştirilmektedir. Hastaların %30 kadarında endişe, %10'unda ciddi psikolojik rahatsızlık hissi olduğu saptanmıştır. Ancak yapılan çalışmalarda hastalar tetkik ile ilgili yeterince bilgilendirildiğinde TVMRG tetkikinin iyi tolere edildiği ve hasta memnuniyetinin yüksek olduğu bulunmuştur.^[40] Bu nedenle hasta toleransı TVMRG ile yapılan evrelendirme ve takipte kısıtlayıcı bir faktör değildir. Pedyatrik yaş grubunda anestezi gerekliliği de önemli bir çekince olabilir. Ancak dört aylıktan küçük çocuklarda besleme ve sarma teknikleri ile sedasyon olmadan TVMRG çekilebilir. Altı yaştan büyük çocukların da TVMRG'ye uyum sağladığı gösterilmiştir. Dört-6 aydan altı yaşa kadar ise anksiyeteyi azaltmak ve hareketi engellemek için sedasyona ihtiyaç duyulur.^[14] Tüm vücut MRG'nin bir kısıtlılığı da küçük akciğer nodüllerini saptamadaki yetkinliğinin yeterli olmamasıdır. Ancak 5-6 mm'den büyük akciğer nodülleri TVMRG ile saptanabilir. Bu nedenle akciğer metastazlarının saptanması için hâlâ akciğer BT önerilmektedir.^[36] Tüm vücut MRG ile ilgili başka bir kısıtlılık da değerlendirmesinin ancak tecrübeli radyologlar tarafından yapılabilmesidir. Tüm vücut MRG çekimi sırasında ek sekanslara ihtiyaç olup olmadığının da çekim sırasında yine radyolog tarafından değerlendirilmesi gerekir. Bu durum radyoloğun iş yükünü oldukça arttırmaktadır. Tüm vücut MRG çekimi ve değerlendirilmesi hem tecrübe hem de emek gerektirdiği için daha çok özelleşmiş merkezlerde yapılabilir. Son olarak yumuşak doku sarkomlarının görüntü-

lenmesinde kullanılan TVMRG tetkikinde standart olarak gadolinium içeren kontrast madde kullanılmaktadır. Bu nedenle çok nadir de olsa kontrast maddeye bağlı reaksiyonlar görülebilir. Böbrek yetmezliği varsa nefrojenik sistemik fibrozis riski nedeniyle kontrast madde kullanılmayabilir.

Tüm vücut MRG hem erişkin hem de pediyatrik yaş grubunda görülen yumuşak doku sarkomlarında hem cerrahi hem onkolojik bakış açısıyla;

- En az sürede,
- Hastaya zarar vermeden,
- En fazla ve en doğru bilginin elde edilebildiği üstün görüntüleme yöntemi olma yolunda ilerlemektedir.

Bütün olumlu yönleri bir araya getirildiğinde maliyet-etkinlik analizi açısından da diğer yöntemlere göre üstün olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Choi H. Role of imaging in response assessment and individualised treatment for sarcomas. Clin Oncol (R Coll Radiol) 2017;29:481-8. [Crossref](#)
2. Pasoglou V, Michoux N, Larbi A, Nieuwenhove SV, Lecouvet F. Whole body MRI and oncology: Recent major advances. Br J Radiol 2018;91:20170664. [Crossref](#)
3. Canale S, Vilcot L, Ammari S, Lemery M, Bidault F, Balleyguier C, et al. Whole body MRI in paediatric oncology. Diagn Interv Imaging 2014;95:541-50. [Crossref](#)
4. Schmidt G, Dinter D, Reiser MF, Schoenberg SO. The uses and limitations of whole-body magnetic resonance imaging. Dtsch Arztebl Int 2010;107:383-9. [Crossref](#)
5. Petralia G, Padhani AR, Pricolo P, Zugni F, Martinetti M, Summers PE, et al. Whole-body magnetic resonance imaging (WB-MRI) in oncology: Recommendations and key uses. Radiol Med 2019;124:218-33. [Crossref](#)
6. Tunariu N, Blackledge M, Messiou C, Petralia G, Padhani A, Curcean S, et al. What's new for clinical whole-body MRI (WB-MRI) in the 21st century. Br J Radiol 2020;93:20200562. [Crossref](#)
7. Siegel MJ, Acharyya S, Hoffer FA, Wyly JB, Friedmann AM, Snyder BS, et al. Whole-Body Mr imaging for staging of malignant tumors in pediatric patients: Results of the American College of Radiology Imaging Network 6660 Trial. Radiology 2013;266:599-609. [Crossref](#)
8. Karaarslan E, Alis D, Basar Y, Kumbasar B, Kalayci CB, Alpan B, et al. The role of whole-body magnetic resonance imaging in assessing extrapulmonary metastases in osteosarcoma staging and restaging: A pilot study. J Comput Assist Tomogr 2023. [Crossref](#)
9. Ulus S, Suleyman E, Ozcan UA, Karaarslan E. Whole-body MRI screening in asymptomatic subjects: Preliminary experience and long-term follow-up findings. Pol J Radiol 2016;81:407-14. [Crossref](#)

10. Basar Y, Alis D, Sanli DEK, Akbas T, Karaarslan E. Whole-body MRI for preventive health screening: Management strategies and clinical implications. *Eur J Radiol* 2021;137:109584. [Crossref](#)
11. Lee SY, Park HJ, Kim MS, Rho MH, Han CH. An initial experience with the use of whole body MRO for cancer screening and regular health checks. *PLoS One* 2018;13:e0206681. [Crossref](#)
12. Zugni F, Padhani AR, Koh D, Summers PE, Bellomi M, Petralia G. Whole-body magnetic resonance imaging (WB-MRI) for cancer screening in asymptomatic subjects of the general population: Review and recommendations. *Cancer Imaging* 2020;20:34. [Crossref](#)
13. Vibhakar AM, Cassels JA, Botchu R, Rennie WJ, Shah A. Imaging update on soft tissue sarcoma. *J Clin Orthop Trauma* 2021;22:101568. [Crossref](#)
14. Greer MC, Voss SD, States LJ. Pediatric cancer predisposition imaging: Focus on whole-body MRI. *Clin Cancer Res* 2017;23:e6-e13. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-17-0515> [Crossref](#)
15. Morone M, Bali MA, Tunariu N, Messiou C, Blackledge M, Grazioli L, et al. Whole-body MRI: Current applications in oncology. *AJR Am J Roentgenol* 2017;209:W336-W349. [Crossref](#)
16. Saade-Lemus S, Degnan AJ, Acord MR, Srinivasan AS, Reid JR, Servaes SE, et al. Whole-body magnetic resonance imaging of pediatric cancer predisposition syndromes: Special considerations, challenges and perspective. *Pediatr Radiol* 2019;49:1506-15. [Crossref](#)
17. Zadig P, von Brandis E, Lein RK, Rosendahl K, Avenarius D, Müller LO. Whole-body magnetic resonance imaging in children-how and why? A systematic review. *Pediatr Radiol* 2021;51:14-24. [Crossref](#)
18. Bezerra ROF, Recchimuzzi DZ, Mota MMDS, Garcia MRT, de Menezes MR, Mazo PE, et al. Whole-body magnetic resonance imaging in the oncology setting: An overview and update on recent advances. *J Comput Assist Tomogr* 2019;43:66-75. [Crossref](#)
19. Crombe A, Le Loarer F, Stoeckle E, Cousin S, Michot A, Italiano A, et al. MRI assessment of surrounding tissues in soft-tissue sarcoma during neoadjuvant chemotherapy can help predicting response and prognosis. *Eur J Radiol* 2018;109:178-87. [Crossref](#)
20. Petralia G, Zugni F, Summers PE, Colombo A, Pricolo P, Grazioli L, et al. Whole-body magnetic resonance imaging (WB-MRI) for cancer screening: Recommendations for use. *Radiol Med* 2021;126(11):1434-50. [Crossref](#)
21. Smolle MA, Leithner A, Bernhardt GA. Abdominal metastases of primary extremity soft tissue sarcoma: A systematic review. *World J Clin Oncol* 2020;11:74-82. [Crossref](#)
22. Visgauss JD, Wilson DA, Perrin DL, Colglazier R, French R, Mattei J, et al. Staging and surveillance of myxoid liposarcoma: Follow-up assessment and the metastatic pattern of 169 patients suggests inadequacy of current practice standards. *Ann Surg Oncol* 2021;28:7903-11. [Crossref](#)
23. Saifuddin A, Andrei V, Rajakulasingam R, Oliveira I, Seddon B. Magnetic resonance imaging of trunk and extremity myxoid liposarcoma: diagnosis, staging, and response to treatment. *Skeletal Radiol* 2021;50:1963-80. [Crossref](#)
24. Gorelik N, Reddy SMV, Turcotte RE, Goulding K, Jung S, Alcindor T, et al. Early detection of metastases using whole-body MRI for initial staging and routine follow-up of myxoid liposarcoma. *Skeletal Radiol* 2018;47:369-79. [Crossref](#)
25. Ho TP. Myxoid liposarcoma: How to stage and follow. *Curr Treat Options Oncol* 2023;24:292-9. [Crossref](#)
26. Dürr HR, Rauh J, Baur-Melnyk A, Knösel T, Lindner L, Roeder F, et al. Myxoid liposarcoma: Local relapse and metastatic pattern in 43 patients. *BMJ Cancer* 2018;18:304. [Crossref](#)
27. Stevenson JD, Watson JJ, Cool P, Cribb GL, Jenkins JPR, Leahy M, et al. Whole-body magnetic resonance imaging in myxoid liposarcoma: A useful adjunct for the detection of extrapulmonary metastatic disease. *Eur J Surg Oncol* 2016;42:574-80. [Crossref](#)
28. Gouin F, Renault A, Bertrand-Vasseur A, Bouilleau L, Crenn V, Rosset P, et al. Early detection of multiple bone and extra-skeletal metastases by body magnetic resonance imaging (BMRI) after treatment of Myxoid/Round-Cell Liposarcoma (MRCLS). *Eur J Sur Oncol* 2019;45:2431-6. [Crossref](#)
29. Saboo SS, Krajewski KM, Zukotynski K, Howard S, Jagannathan JP, Hornick JL, et al. Imaging features of primary and secondary adult rhabdomyosarcoma. *AJR Am J Roentgenol* 2012;199:W694-703. [Crossref](#)
30. Scheer M, Dantonello T, Brossart P, Dilloo D, Schweigerer L, Feuchtgruber S, et al. Importance of whole-body imaging with complete coverage of hands and feet in alveolar rhabdomyosarcoma staging. *Pediatr Radiol* 2018;48:648-57. [Crossref](#)
31. Ahlawat S, Baig A, Blakeley JO, Jacobs MA, Fayad LM. Multiparametric whole-body anatomic, functional, and metabolic imaging characteristics of peripheral lesions in patients with schwannomatosis. *J Magn Reson Imaging* 2016;44:794-803. [Crossref](#)
32. Reilly KM, Kim A, Blakely J, Ferner RE, Gutmann DH, Legius E, et al. Neurofibromatosis type 1-associated MPNST state of the science: Outlining a research agenda for the future. *J Natl Cancer Inst* 2017;109:djx124. [Crossref](#)
33. Elmanzalawy A, Vali R, Chavhan GB, Gupta AA, Omarkhail Y, Amirabadi A, et al. The impact of 18F-FDG PET on initial staging and therapy planning of pediatric soft-tissue sarcoma patients. *Pediatr Radiol* 2020;50:252-60. [Crossref](#)
34. Harrison DJ, Parisi MT, Shulkin BL. The Role of 18F-FDG-PET/CT in Pediatric Sarcoma. *Semin Nucl Med* 2017;47:229-241. [Crossref](#)
35. Klenk C, Gawande R, Uslu L, Khurana A, QiuD, Quon A, et al. Ionising radiation-free whole-body MRI versus (18) F-fluorodeoxyglucose PET/CT scans for children and young adults with cancer: a prospective, non-randomised, single-centre study. *Lancet Oncol* 2014;15:275-85. [Crossref](#)
36. Atkin KL, Ditchfield MR. The role of whole-body MRI in pediatric oncology. *J Pediatr Hematol Oncol* 2014;36:342-52. [Crossref](#)
37. Robbins E. Radiation risks from imaging studies in children with cancer. *Pediatr Blood Cancer* 2008;51:453-7. [Crossref](#)

38. Theruvath AJ, Siedek F, Muehe AM, Garcia-Diaz J, Kirchner J, Martin O, et al. Therapy response assessment of pediatric tumors with whole-body diffusion-weighted MRI and FDG PET/MRI. *Radiology* 2020;296:143-51. [Crossref](#)
39. Ballinger ML, Mitchell G, Thomas DM. Surveillance recommendations for patients with germline TP53 mutations. *Curr Opin Oncol* 2015;27:332-7. [Crossref](#)
40. Oliveri S, Pricolo P, Pizzoli S, Faccio F, Lampis V, Summers P, et al. Investigating cancer patient acceptance of Whole Body MRI. *Clin Imaging* 2018;52:246-51. [Crossref](#)