

# İnovasyon

RSNA Özel Sayısı

Şubat 2013

[www.siemens.com.tr/inovasyon](http://www.siemens.com.tr/inovasyon)

SIEMENS

Girişimsel  
görüntülemenin  
sınırlarını  
zorlamak

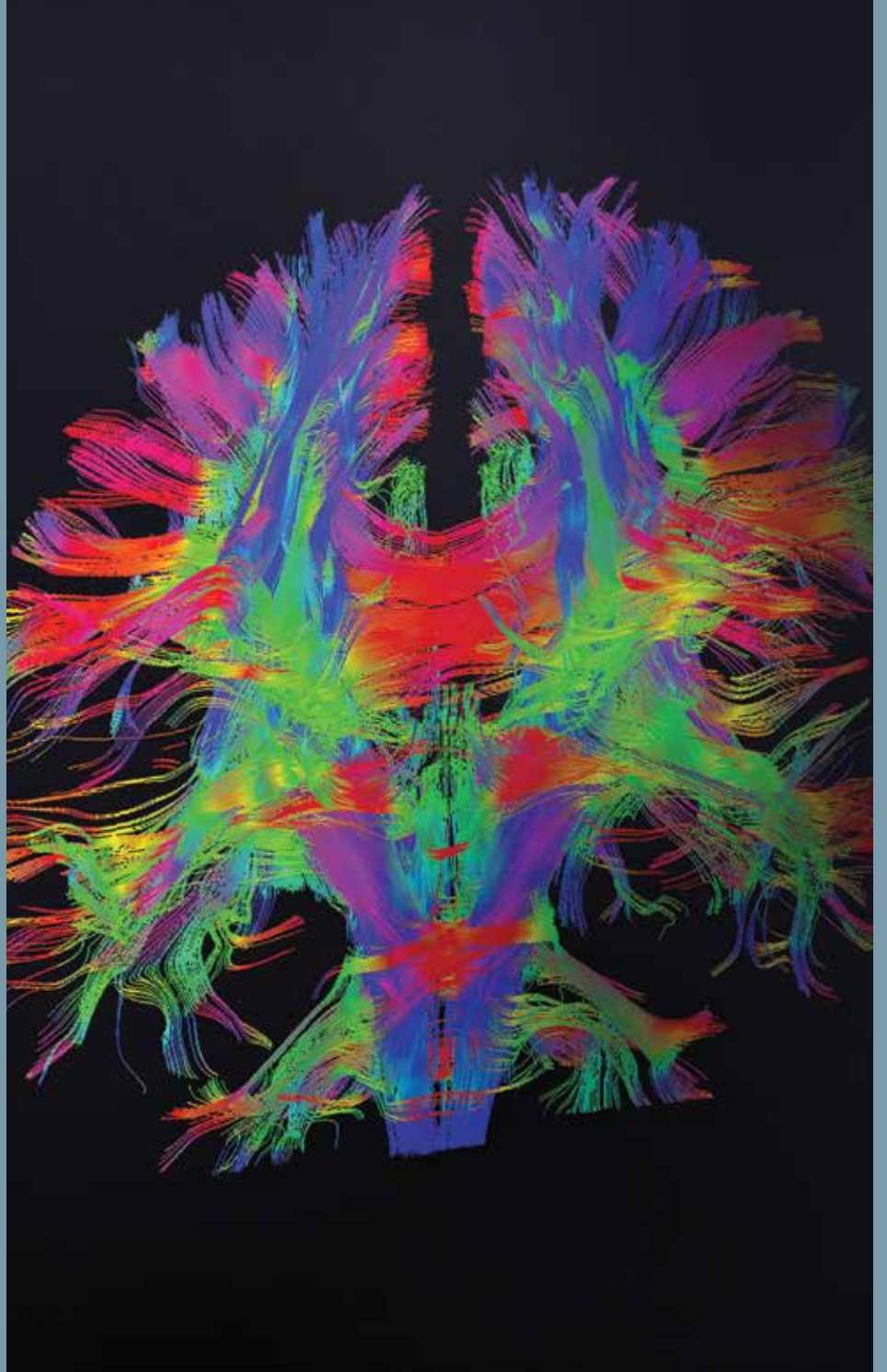
Sayfa 10

Kemik iliğinin  
tüm vücut  
difüzyon  
ağırlıklı MR  
görüntülemesi

Sayfa 08

Yeni teknikle  
tam saha dijital  
mamografide  
doz tasarrufu

Sayfa 47



# SIEMENS

A91AX-9255-A2-7600  
Image courtesy of University Hospital of Basel, Switzerland

[www.siemens.com/artis-q-family](http://www.siemens.com/artis-q-family)

## Artis Q ve Artis Q.zen\*: En korkutucu hastalıklar ile savaşmak.

Girişimsel görüntülemeye yeni ürün gruplarımız olan Artis Q ve Artis Q.zen, X-ışını üretimi ve görüntülemeye performans, kesinlik ve duyarlılığı bir üst düzeye taşıyan devrim niteliğindeki vizyoner buluşlardır.

Her iki sistem de benzersiz flat emitör teknolojisi kullanılan yeni bir X-ışın tüpü ile rakipsiz bir performansa sahiptir. Buna ek olarak, Artis Q.zen ile düşük dozlarda da yüksek duyarlılık sağlayan, yeni ve çığır açan bir dedektör teknolojisi olan kristal silikon dedektörü kullanımınıza sunuyoruz.

Koroner arter hastalığı, inme ve tümörler gibi günümüzün en tehdit edici hastalıklarına karşı savaşta, Artis Q ve Artis Q.zen yenilikçi uygulamalarıyla girişimsel işlemler sırasında tam bir kılavuz görevi görür. Örneğin; CLEARstent Live programı ile kalp atımı için simultane düzeltme ile yaratılan hareket stabilizasyonu sayesinde, stentler tedavi sırasında gerçek zamanlı olarak görüntülenebilir.

Artis Q ve Artis Q.zen girişimsel görüntülemeye geleceği yaşayın.



\* Artis Q ve Artis Q.zen 510(k) onayı için beklemededir ve ABD veya diğer ülkelerde henüz kullanıma sunulmamıştır.

**Answers for life.**

# Sevgili dostlarımız,

Chicago'da düzenlenen 98. RSNA Kongresi'nde Siemens Sağlık olarak, sizlere gerek günlük klinik rutinde gerekse araştırmalarınızda yardımcı olacak verimli ve etkin teknolojilerin kullanıldığı yeni sistemlerimizi sunma imkanı bulduk.

Bugünün sağlık sisteminin olmazsa olmazı olan klinik görüntü, erken teşhis ve hastalığı tanımlamak için güçlü bir tanı aracıdır. Birçok önemli tıbbi sorunun kök nedeni bugün görselleştirme ile yanıtlanabiliyor. Bu yıl RSNA sloganımızı Siemens Sağlık Sektörü'nün en güçlü yanlarından biri olan yüksek görüntü kalitemizi yansıtacak şekilde "Answers, visualized" olarak seçtik. Bu yazıda sizlerle kısaca RSNA Kongresi'nde genişleyen ürün gruplarımızdan bahsetmek istiyorum.

Manyetik Rezonans'ta yeni 3 Tesla sistemi MAGNETOM Prisma'yı tanıtırken, mevcut MR portföyünde birçok yenileştirme ve yeni upgrade olanakları sunduk. 3 Tesla'da inovatif son teknolojileri birleştiren MAGNETOM Prisma, araştırmacıların en üst düzey klinik çalışmalarını yapabileceği ilk paralel iletim teknolojisi TrueShape ile çalışan syngo ZoomIt; ilgilenilen alanı uyarabilmenizi sağlar. Ayrıca MAGNETOM Prisma'da standart olarak sunulan 64 kanal (opsiyonel 128 kanal), 80 mT/m gradyent gücü, eşzamanlı sağlanabilen 200 T/m/s gradyent yükselme hızı ve EEG/fMRI uyumlu yeni 64 kanallı Baş/Boyun bobinini sağlayan üst düzey 3T MR sistemidir. En önemli yeniliklerden bir diğeri de devrimsel yaklaşım içeren Dot teknolojisi ve bu teknolojinin dahil olduğu D serisi kullanıcı arayüzü şimdi MAGNETOM ESSENZA Tim & Dot sistemlerinde sunulmaktadır. Mevcut MAGNETOM ESSENZA kullanıcılarına 16 kanal ve Tim & Dot upgrade'i sağlanabilecektir. MAGNETOM Avanto kullanıcılarımız, Avanto<sup>fit</sup> sistemine, MAGNETOM Verio sistemlerimiz Skyra<sup>fit</sup> sistemine, Trio sistemlerimiz de Prisma<sup>fit</sup> sistemine upgrade edilebilecektir.

Bu yıl CT alanında en çok ilgiyi Siemens'in yeni geliştirmiş olduğu Stellar Dedektör teknolojisi topladı. 2012 yılında lansmanını yaptığımız 2 yeni CT sistemi, CT'ye bakış açısını tamamen değiştirecek SOMATOM Perspective ve 0.30 mm'lik bir kum tanesini bile görebilecek rezolüsyona sahip, tek kaynaklı CT'de referans niteliğinde olacak, yeni Stellar Dedektörlü SOMATOM Definition Edge ziyaretçilerle buluştu. Bununla birlikte her zaman düşük doz konseptiyle ön planda olan Siemens, bu

yıl Doğru Doz konsepti ile doz konusundaki hassasiyetini bir kere daha gözler önüne serdi. İleri düzey görüntüleme sistemimiz syngo.via, CT alanında geliştirilmiş en yeni yazılımları ile en çok ilgiyi toplayan platformlardan biri oldu.

Mamografi alanında görüntü kalitesinden ödün vermeden hastaların maruz kaldığı radyasyonu %30'a varan oranlarda azaltan ilk mamografi sistemi Mammomat Inspiration Prime Edition'ın dünya lansmanını gerçekleştirdik. Mammomat Inspiration Prime Edition, progresif görüntü rekonstrüksiyonu için standart saçılmış radyasyon grid'ini yeni bir algoritma ile değiştirerek radyasyon dozunu azaltıyor. Bu yeni algoritma, saçılmış radyasyona neden olan yapıları tespit ederek ve görüntülerin düzeltilmiş hallerini hesaplayarak doktorların %30'a varan daha az dozla yüksek görüntü kalitesi elde etmeleri için primer radyasyonun komple kullanımını sağlıyor.

Röntgen alanında ise ameliyathaneler için daha güçlü ve daha geniş bir görüş alanı sunan yeni flat panel dedektörlü, 25 kW kapasiteli, %25 daha fazla görüntü kapsama alanına sahip yeni mobil C-Kollu cihazı Cios Alpha tanıtımı gerçekleştirildi. Kullanıcı dostu dokunmatik bir ekrana, benzersiz konum depolama özelliğine ve görüntü kalitesinde artış sağlayıcı özel bir soğutma sistemine sahip olan Cios Alpha ise Siemens'in inovasyon gücü ve rekabetçiliğini ortaya koyuyor.

Günümüzde ultrasonda girişimsel uygulamaların da artması ile beraber steril çalışma alanlarına uyumlu ve doktorun girişimsel işlemlerde konforunu arttıran sistemlere gereksinim duyulmakta. Siemens bu alandaki gereksinime yanıt verebilmek için endüstrinin ilk kablosuz problu ultrasonografi sistemini geliştirerek bir kez daha öncü oldu. Acuson FreeStyle sisteminde genel görüntüleme, vasküler görüntüleme ve kas-iskelet ve sinir görüntüleme gibi yüksek frekanslı uygulamalarda kullanılan üç adet kablosuz prob bulunuyor. Kullanıcılar bu problemleri, tarama parametrelerinin steril alanda uzaktan kontrolüne imkan veren ergonomik bir arabirim içeren ultrason sistemi ile üç metreye kadar çalıştırabiliyor. Acuson FreeStyle sistemi ayrıca 38 santimetrelilik, yüksek çözünürlüklü bir LED ekranına sahip. Pille de çalışabilen sistem konsolu, hafif bir sedyeyle kolayca monte edilebiliyor.

Anjiyografi ürünlerimizde de düşük radyasyon dozu ve yüksek görüntü kalitesi en fazla önem



verdiğimiz konulardır. Bu iki alanda yeni standartlar getirecek olan iki yeni ürün grubu Artis Q ve Artis Q.zen anjiyografi sistemlerinin tanıtımını gerçekleştirdik. Yeni GigaLix X-Işın tüpü ve yeni 16 bitlik flat panel dedektörü ile hem klasik hem de 3 boyutlu anjiyografik görüntülemeye çok yüksek görüntü kalitesi sağlayan, sektörün en yüksek performanslı anjiyografi cihazları Artis Q serisini birçok ileri uygulamaları ile sektöre taşıdık. Artis Q.zen serisi ise yeni GigaLix tüp teknolojisinin yanında yeni kristal silikon (Crystalline Silicon) dedektör teknolojisini kullanıcılarla tanıştırmaktadır. Yeni kristal silikon dedektör ile sektördeki mevcut amorf silikon (amorphous silicon) dedektörlü sistemlerden farklı olarak, "ultra düşük doz"da görüntüleme yapabilecek ve benzersiz orandaki düşük dozda çok daha kaliteli anjiyografik görüntüler elde edebileceksiniz. Bütün bu gelişmeler ile Siemens anjiyografi dünyasına bir tek günümüzün ihtiyaçlarını değil, geleceğe ışık tutan pek çok yeniliği de sunmaktadır.

Bütün bu yeniliklerle, Siemens bir kez daha inovasyon liderliğini belgemiş oldu.

Dergimizin post RSNA versiyonunu beğeneceğinizi ve keyifle okuyacağınızı ümit ediyorum.

Saygılarımla,

**Şevket On**  
**Siemens Sağlık Türkiye**





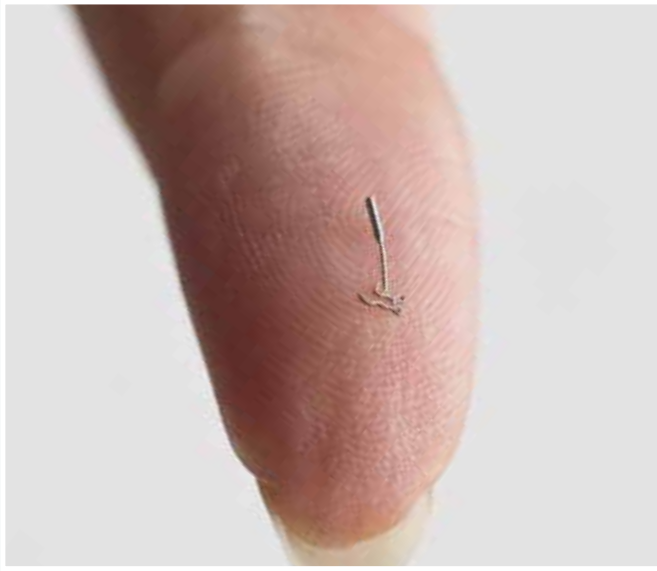
04

Kemik iliğinin tüm vücut difüzyon ağırlıklı MR görüntülemesi



10

Girişimsel görüntülemenin sınırlarını zorlamak



40

syngo DynaCT Micro\* Detaylandırma düzeyinin artırılması

- 04 Kemik iliğinin tüm vücut difüzyon ağırlıklı MR görüntülemesi
- 10 Girişimsel görüntülemenin sınırlarını zorlamak
- 14 Karaciğer kanseri tedavisi ve tedaviye verilen yanıtın PET•CT taraması ile takibi
- 16 CARE kV, radyasyon dozunun düşürülmesine imkan veriyor
- 20 "Cihaz parkurumuz yurtdışıyla rekabet edebilecek boyutlara ulaştı"
- 24 iTRIM tekniğini kullanarak koroner-vertebral subklavyan steal sendromunun teşhisi
- 26 Siemens Miyabi sistemini kullanarak hepatoselüler karsinomanın tedavisi
- 28 syngo SPACE ile 3 boyutlu muskuloskeletal MR görüntüleme
- 34 Baş-boyun kanserleri için radyasyon tedavisi planlamasında PET•CT
- 40 syngo DynaCT Micro\* detaylandırma düzeyinin artırılması
- 43 Yeni, yazılım bazlı, dağınık görüntüleri düzeltme özellikli, gridsiz görüntüleme tekniğiyle tam saha dijital mamografide doz tasarrufu
- 44 HCC – hedeflenen tümör artıkları syngo DynaCT destekli
- 46 Münferit mezenterik karsinoid tümör: ameliyat öncesi ve sırasında <sup>111</sup>In Oktreotid SPECT•CT-tabanlı lokalizasyon
- 48 Makine öğrenimi bazlı bir pencereleme algoritması turing testini geçebilir mi?

## İnovasyon

**Dergi Yönetim Yeri Adres:** Yakacık Yolu No: 111 34870 Kartal-İstanbul **Telefon:** 444 0 633 **Faks:** 0216 459 20 31 **e-posta:** saglikinfo.tr@siemens.com  
**Yönetim:** Siemens Sanayi ve Ticaret A.Ş. Adına Sahibi Celal Savaş **Genel Yayın Direktörü (Sorumlu):** T. Ufuk Eren **Yayın Editörü:** Doç. Dr. Mehmet Ertürk **Yayın Türü:** Yerel-sürekli-iki ayda bir **İçerik ve Tasarım Uygulama:** Konak Medya Selahattin Pınar Cad. Cemal Sahir Sk. Polat İş Mrk.  
**No:** 29 **Kat:** 4-5 **D:** 45 Mecidiyeköy / İstanbul **Telefon:** 0212 216 97 00 **Faks:** 0212 216 97 01 **e-posta:** inovasyon@konakmedya.com  
**Web:** www.konakmedya.com **Baskı ve Cilt:** Scala Basım Yayımları, Tanıtım San. ve Tic. Ltd. Şti. Yeşilce Mah. Girne Cad. Dalgıç Sk. **No:** 3 4. Levent/İstanbul  
**Telefon:** 0212 281 62 00 **www.scalamatbaa.com**



## Değerli meslektaşlarım,

Yıl 1915. Alman Fizikçi Wilhelm Roentgen'in X ışınlarını bulmasının üzerinden yirmi yıl geçmiş. Amerika Birleşik Devletleri'nin St. Louis şehrinde radyolog doktor Edwin C. Ernst, o zamanlar kıtadaki tek radyoloji derneği olan ARRS'nin bir toplantısına katılmış ve evine geri dönmeye çalışıyor. ARRS, 1900 yılında kurulmuş ve ilk toplantısını New York'ta düzenlemişti. Yüz elli doktor, bilim adamı, yatırımcı ve firma yetkilisinin katıldığı bu toplantıyı, başka toplantılar takip etmişti. Toplantıların hepsi doğu kıyısında düzenleniyordu ve ulaşım Edwin C. Ernst gibi orta-batıda yerleşik radyologlar için büyük bir sorundu. Hem zahmetli idi hem de büyük bir ekonomik kriz arifesinin yaşandığı o yıllarda çok ama çok masraflıydı.

Dr. Ernst kararını vermişti. Bölgesel bazda çalışacak bir derneğin kurulması gerekiyordu. Bu, orta-batıda yaşayan radyologlar için çok büyük kolaylıklar sağlayacaktı. Fikrini St. Louis'li meslektaşları Titterington ve Briggs ile paylaştı ve sonrasında da Titterington'ın ofisinde Springfield'li (Illinois) radyolog O'Hara'nın da katılımı ile bir toplantı düzenledi. İşte bu toplantıda günümüz radyolojisinin en önemli ve en büyük bilimsel kongresini düzenleyen

Radiological Society of North America (RSNA) kurulmuş oldu.

Günümüzde, RSNA toplam 51.000 üyesi ile dev bir organizasyon. Chicago'da McCormick Place kongre merkezinde düzenlenen yıllık toplantısına 60.000 civarında kişi katılıyor. Dünyanın her yerinden radyologlar, fizikçiler, radyoloji teknisyenleri, firma yetkilileri bu toplantı kapsamında yer alan dünyanın en büyük teknik sergisinde, radyoloji alanındaki yenilikleri görmek ve akıllarındaki soruları uzmanları ile tartışmak fırsatını buluyorlar. RSNA çapında bir bilimsel toplantı ve içine entegre edilen "fuar", radyolojiyi hem tıp disiplinleri arasında hem de endüstri kolları içerisinde en zirvede, eşsiz bir yere konumluyor. İnovasyon'un bu sayısını Siemens'in RSNA 2012 toplantısında duyurduğu bazı yeniliklere ayırdık. Anjiyografi sistemlerindeki yenilikler özellikle heyecan verici. Görüntü kalitesi her geçen gün daha iyiye gidiyor. MR ve BT sistemlerinde, Siemens'in öncü karakteri yine ön plana çıkmış durumda. BT sistemlerinde bir yandan uzaysal bir yandan zamansal rezolüsyon her geçen gün artarken, hastaya verilen radyasyon dozu da azalmaya devam ediyor. Biz radyologlar hem normal hem de patolojik anatomiye en ince ayrıntılarına

kadar görüntüleyebiliyoruz. Anatominin yanı sıra patofizyolojik süreçler hakkında kritik bilgi edindiğimiz MR sistemleri ise hastalıklara karşı elimizdeki en önemli silahlardan.

Moleküler görüntüleme, mesleğimizin geleceğini belirlediğinden, üzerinde özellikle durulması gereken bir alan. Bu anlamda BT-PET ve MR-PET hem biz radyologların hem de nükleer tıp alanında çalışan çok değerli meslektaşlarımızın önünde yepyeni ufuklar açacak.

Bu sayıda çok değerli meslektaşım ve arkadaşım Prof. Dr. Cem Balcı ile yapılan röportajı da bulacaksınız. Prof. Dr. Balcı özellikle abdomen radyolojisi konusunda hem Almanya'da hem de ABD'de uzun yıllar çalıştı ve şimdi de edindiği bilgi ve tecrübeyi Türkiye'ye aktarıyor. Kendisinin hem radyoloji hem de RSNA hakkındaki fikirlerini ilgiyle okuyacağınızı tahmin ediyorum.

Bundan önce de defalarca yazdığım gibi, radyoloji tıbbın gören gözü. Ve böyle de kalmaya devam edecek.

Saygılarımla,

**Dr. Mehmet Ertürk**  
**Yayın Editörü**

# Kemik iliğinin tüm vücut difüzyon ağırlıklı MR görüntülemesi

Anwar R. Padhani<sup>1</sup>; Hassan Douis<sup>2</sup>; Peter Gall<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Paul Strickland Tarama Merkezi, Mount Vernon Kanser Merkezi, Northwood, Middlesex, Birleşik Krallık

<sup>2</sup>Radyoloji Bölümü, Royal Orthopaedic Hastanesi, Birmingham, Birleşik Krallık

<sup>3</sup>Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya

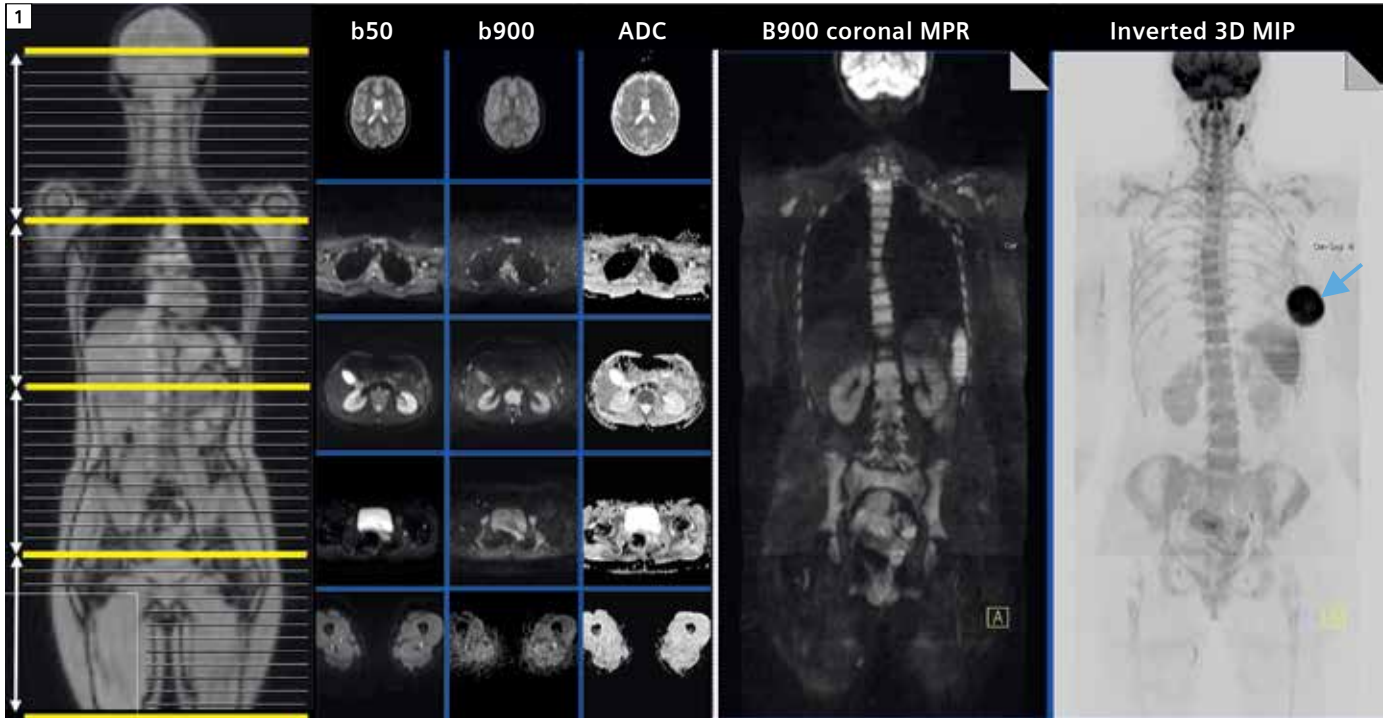
WB-DWI tekniği, özellikle kemik iliği lezyonlarının tespiti ve kemik lezyonlarının tedaviye verdiği yanıtın değerlendirilmesinde mükemmel bir araçtır. Ancak bu tekniğin, geleneksel tüm vücut MR görüntüleme sekansları ile birlikte değerlendirilmesi gerekir.

## Arka plan

İskelet kemik iliklerinin kapsamlı görüntülü değerlendirmesi, çok teknikli bir yaklaşım gerektirir. Çünkü mevcut olan hiçbir teknik, kemik sağlığının tüm unsurlarının değerlendirilmesi için yeterli değildir. Nitekim, <sup>99m</sup>Tc-MDP kemik sintigrafisi ve <sup>18</sup>F-Na PET teknikleri osteoblastik fonksiyonları

değerlendirirken ultra kısa TE ve BT taramaları, kemiğin fiziki özellikleriyle osteoklastların osteolitik aktivitesini görüntüler. Belirgin olmayan PET izleyicileri, kemik iliği / tümör membran taşıyıcıları ve metabolizmasının değerlendirilmesine yardımcı olabilir. Söz konusu izleyicilerden bazıları şunlardır: Glukoz metabolizması

için <sup>18</sup>F-florodeoksiglukoz (FDG), DNA sentezi için <sup>11</sup>C/<sup>18</sup>F-timidin, yağ asidi sentezi için <sup>11</sup>C/<sup>18</sup>F-asetat, protein sentezi için <sup>11</sup>C-metiyonin ve hücre membranı sentezi ve bozulması için <sup>11</sup>C/<sup>18</sup>F-kolindir<sup>1</sup>. Tümöre özgü izleyiciler ise şunlardır: <sup>18</sup>F-FES (meme kanseri için floro-östradiol), <sup>18</sup>F-FDHT (prostat



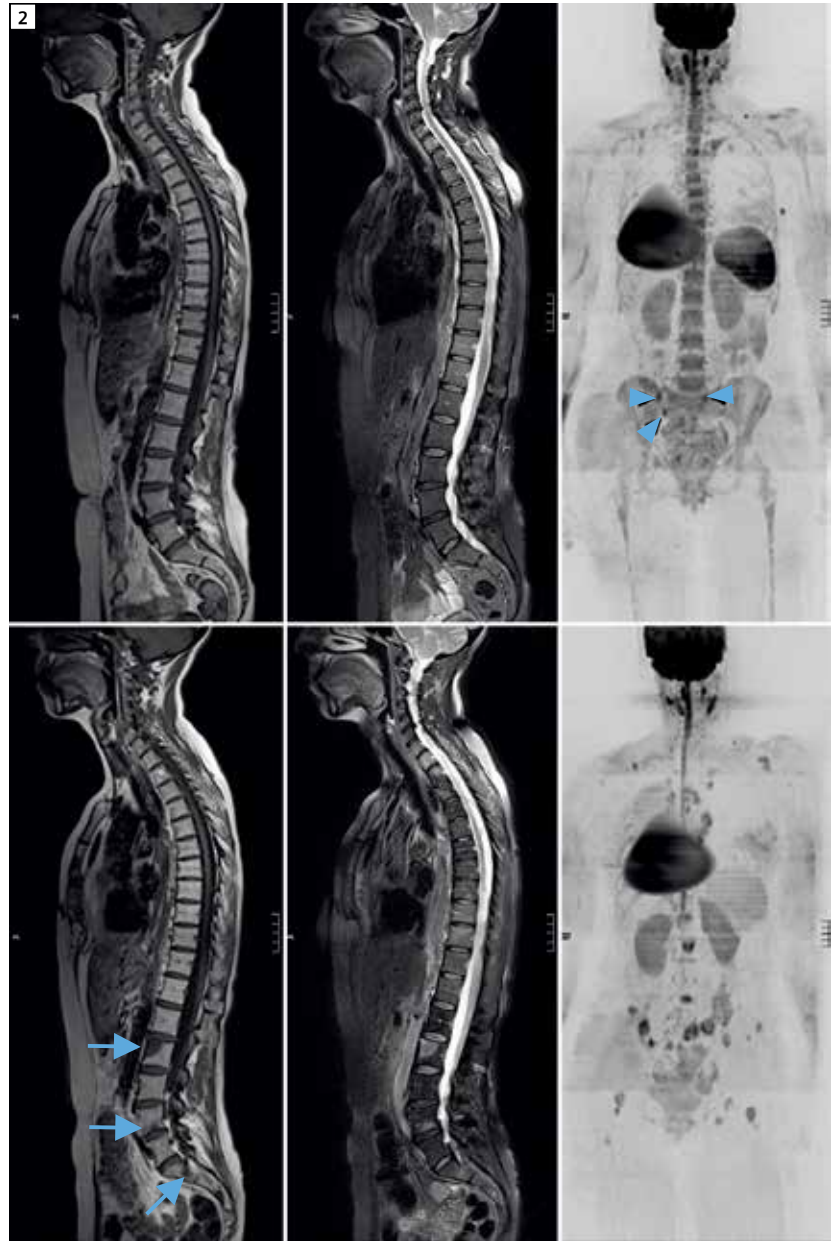
**1** Tüm vücut DWI ışığı. Sol memesinde sarkomatoid karsonması (ok ile gösterilen) olan 27 yaşında kadın hasta. Hastanın kemik iliği modeli, bu yaş için normaldir. Kafa kaidesinden kalçanın orta kısmına kadar gerçekleştirilen eksensel DWI taramada, 2 adet b-değeri (50 ve 900 s/mm<sup>2</sup>) kullanılmış olup kesit kalınlığı 4 istasyonda da 5 mm'dir. b900 görüntüleri koronal düzleme (5 mm) doğru yeniden yapılandırılmıştır ve 3 boyutlu MIP (dönüştürülmüş gri ölçek) olarak görüntülenmektedir. ADC görüntüleri de, b50 ve b900 sinyal yoğunluklarının mono üstel yerleştirilmesiyle satır içinde hesaplanır.

kanseri için florodihidrotestosteron), HER-2/neu (meme kanseri için) ve prostat spesifik membran antijeni (PSMA) gibi tümör hücrelerinin yüzeyini hedefleyen, özel olarak üretilmiş antikör fragmanları<sup>2</sup>. Yüksek kontrastlı dinamik MR görüntülemesi (DCE-MRI), kemik iliğinin vaskülarizasyonunu değerlendirebilir. Kemik iliğinin hücresel içeriği ise, Dixon ve difüzyon MR görüntülemesi teknikleri kullanılarak görüntülenebilir. Çeşitli klinik ortamlarda mevcut olan bu teknikler, tüm vücut görüntüleme kapasitesine sahiptirler.

Tüm vücut MR görüntülemesi, hassas yumuşak doku kontrastı ve yüksek uzaysal çözünürlüğü sayesinde ve iyonlaştırıcı radyasyon yaymaması nedeniyle, son yıllarda, normal kemikler ve kemik iliği infiltrasyonunun değerlendirilmesi ve kemik metastazlarının tespitinde mükemmel bir görüntüleme tekniği olarak ortaya çıktı<sup>3</sup>.

Tüm vücut MR görüntülemesi, iyonlaştırıcı radyasyon içermediği için özellikle çocuklar\* ve gençler için tavsiye edilir. Kemik metastazlarının tespitine yönelik yüksek hassasiyeti ve yüksek düzeyde özgünlüğüne rağmen, tüm vücut MR görüntülemesi, günlük klinik uygulamalarda geniş çaplı olarak kullanılmaz. Bunun en temel nedenleri, geleneksel sekanslarla gerçekleştirilen tüm vücut MR taramasının, her bir tümör tipine uygun hale getirilmesi gerekliliği, tüm vücut MR taramasının uzun sürmesi ve genelde kontrast maddesinin intravenöz tatbikini gerektirmesi ve en önemlisi analiz ve raporlama süreçlerinin büyük zaman kaybına yol açmasıdır<sup>4</sup>. Ancak, tüm vücut tümör değerlendirmesi için, başta kanser hastaları olmak üzere, klinik düzeyde güçlü bir talep söz konusudur. Tüm vücut difüzyon ağırlıklı (WB-DWI) MR görüntülemesi, tüm vücut anatomik MR görüntülemesini tamamlayıcı, yeni ve güçlü bir tekniktir. Çünkü bu teknik hastalık yüküne dair fonksiyonel değerlendirme yapar, hastalığın kapsamını ölçümler ve ekzojen kontrast maddesinin tatbikini gerektirmez, makul düzeyde kısa tarama süreleri içinde uygulanabilir. WB-DWI ayrıca, tüm vücut anatomik MR görüntüleme tekniğinin tarama ve test performansını iyileştirir. Çünkü bu teknikte selülaritenin arttığı alanlar, yüksek sinyal yoğunluklu bölgeler olarak gösterilir, bu sayede hastalık derecesi ve tümör dağılımı "bir bakışta" değerlendirilebilir<sup>5</sup>.

Tüm vücut DWI tekniği, kemik iliği selüler yoğunluğuna, yağ ve ilik hücrelerinin nispi oranlarına, su miktarına ve kemik iliği perfüzyonuna hassas olduğu için kemik metastazlarının tespiti, büyüklüklerinin değerlendirilmesi ve bu sayede metastazların



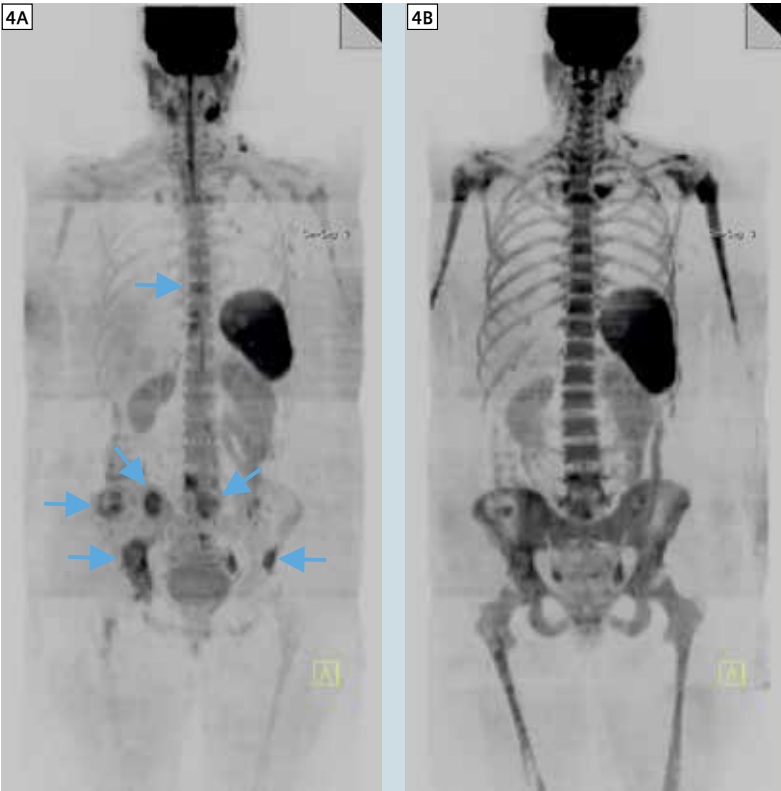
**2** Kemoterapi ve hastalığın ilerlemesinden kaynaklanan kemik iliği hipoplazisi. 3 döngü carboplatin kemoterapiden önce ve sonra taranan ve metastatik meme kanseri olan, 49 yaşındaki kadın hasta. Soldan sağa doğru iki sütun: Omurga T1 ağırlıklı spin-echo, spektral yağ satürasyonlu omurga T2 ağırlıklı spin-echo ve b900 3D MIP (dönüştürülmüş) görüntüler. Kemoterapiden önce alınan, üst sıradaki görüntülerde, arka planda normal kemik iliği modeli, buna karşın kemik iliklerinin üzerinde çok küçük hacimli metastazlar (ok başları ile gösterilen) görülüyor. Kemoterapiden sonra alınan, alt sıradaki görüntülerin işaretli kısımlarında hastalığın gelişimi ve büyüyen yeni kemik metastazları (oklar ile gösterilen) yer alıyor. Kemik iliği hipoplazisinin, kaburga, omurga ve pelviste geliştiğine dikkat edin. Ayrıca, kan transfüzyonu nedeniyle demir birikimine ve dalağın sinyal yoğunluğundaki azalmaya bakın. Her iki taramada da sağ tarafta göğüs büyütücü silikon sutyen pedi tespit edildi.

\*MR tarama tekniğinin fetuslar ile iki yaşından küçük bebekler üzerinde kullanımının güvenli olup olmadığı henüz kanıtlanmamıştır. Sorumlu doktor, MR görüntülemesinin diğer görüntüleme tekniklerinden farklı olan özelliklerini değerlendirmelidir.





**3** Aromataz inhibitörü tedavisi nedeniyle kemik iliği hipoplazisi. Östrojen reseptörü pozitif meme kanseri olan, postmenopozal dönemdeki, 56 yaşındaki kadın hasta, uzun süredir anastrozol tedavisi görüyordu. Anastrozol gibi aromataz inhibitörlerinin kullanıldığı uzun süreli tedaviler, kadınları daha yüksek osteoporoz riski ile karşı karşıya bırakır ve bu durum, kemik iliği yağ dokusunda artışa neden olur. Soldan sağa doğru iki sütun: Omurga T1 ağırlıklı GRE sekansı (keşif görüntülerinden), T1 ağırlıklı spin-echo, spektral yağ satürasyonlu omurga T2 ağırlıklı spin-echo ve b900 3D MIP (dönüştürülmüş) görüntüler. D9 vertebral vücudun vertebral yüksekliğinde bir miktar kayıp vardır. Dönüştürülmüş, 3 boyutlu MIP görüntülerinde omuriliğin tamamıyla brakial ve lomber pleksusların dorsal sinir kökü düğümlerinin görülebildiğine dikkat edin. Göğsün sol kısmındaki focal, yüksek sinyal yoğunluklu lezyonların nedeni, hastanın cildindeki akne benzeri kızarıklıklardır.



**4** G-CSF tedavisi destekli kemoterapiden kaynaklanan kemik iliği hiperplazisi. Metastatik meme kanserli 50 yaşındaki kadın hasta, nötropaniyi önlemek için hastalara verilen büyüme-koloni stimüle edici faktörlü (G-CSF), 3 döngü kemoterapiden (erubulin) önce ve sonra tarandı. b900 3 boyutlu MIP (dönüştürülmüş skalalı) görüntüler. Soldaki görüntüde, çoklu kemik metastazları (oklar ile gösterilen) görülüyor. 3 döngü kemoterapiden sonra alınan, sağdaki görüntüde ise kemik metastazlarının daha az görünür olmasına yol açan, kemik iliği sinyal yoğunluğundaki artış yer alıyor. Ayrıca dalakta büyüme söz konusu. Arka plan kemik iliğinin artan sinyal yoğunluğu, malignitenin ilerlemesi olarak algılanmamalıdır.

tedavisi ve takibinde özellikle umut veren bir görüntüleme tekniği olarak gelişir<sup>6</sup>.

### Tüm vücut DWI tekniği

Echo-düzlemsel ve paralel görüntüleme özelliklerine sahip, günümüzün modern, geniş sahalı, birçok MR görüntüleme sistemi, faz dizili çok kanallı yüzey bobinleriyle birlikte, WB-DWI tekniğinin klinik uygulamalarda kullanılmasını mümkün kılan yüksek performanslı gradyanların kullanımına imkan verir. Halihazırda, WB-DWI tekniğinin en iyi 1,5T'de ve sinyal alışı için büyük görüş alanları içinde standart bir yağ süpresyonunun elde edilmesine imkan veren çoklu yüzey coil'leri kullanılarak gerçekleştirildiğini keşfettik. 3T'de görüntüleme, sinyal gürültü oranını arttırırsa da, WB-DWI tekniği, yapay görüntülere yönelik artan hassasiyet ve daha zayıf yağ süpresyonu nedeniyle daha çok tercih edilir. Çoklu ortalamalı, serbest solunumlu bir teknik, genelde görüntü alımı için kullanılır. Genelde, difüzyon hassaslaştırıcı 2 gradyan kullanımı, klinik açıdan kullanılabilir, yüksek kaliteli görüntüler elde etmek için yeterlidir. Anatomik görüntüleme, hastalığın tespiti ve ADC değerlerini hesaplamak için düşük b değeri (50 s/mm<sup>2</sup>) görüntülerle yüksek b değeri (800-1.000 s/mm<sup>2</sup>) görüntüler kullanılır<sup>5,7</sup>. Bizim yağ süpresyonu için tercih ettiğimiz yöntemde dönüştürme iyileştirme yapılır, çünkü bu yöntem büyük görüş alanlarında standart yağ süpresyonuna imkan tanır<sup>8</sup>. Opsiyonel sürekli hareketli masa ve toplam görüntüleme matrisli (Tim) yüzey coil'leri ile donatılan, 1,5T'lik MAGNETOM Avanto tarama sistemimizde (Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya), kurumsal protokolümüz gereği, tüm vücut MR görüntüleme ile tüm vücut DWI teknikleri bir arada kullanılır. Öncelikle, omurganın geleneksel sagittal T1 ağırlıklı ve yağ süpresyonlu T2 ağırlıklı görüntüleri alınır. Daha sonra, göğüs, karın, pelvis ve üst uyluk bölgesinden görüntü alabilmek için çoklu nefes tutma gerektiren sürekli masa hareketleriyle, kafa kubbesinden kalçanın ortasına kadar uzanan bölgenin aksiyel T1 ağırlıklı ve STIR görüntüleri alınır. Son olarak da, 5 mm'lik bir kesit kalınlığında 50 s/mm<sup>2</sup>'lik b-değerleri ve 900 s/mm<sup>2</sup>'lik bir b-değeri kullanılarak, kafa kubbesinden kalçanın ortasına kadar uzanan bölge, aksiyel DWI tekniğiyle taranır. Aksiyel DWI görüntüleme genelde 4 ardışık istasyonda serbest solunum tekniği kullanılarak gerçekleştirilir, her bir istasyonda görüntü alma işlemi yaklaşık 6 dakika sürer. Yüksek b-değerli görüntüler, daha sonra ortogonal düzlemlerde, çok düzlemli ince rekonstrüksiyonlar (5 mm) ve



genelde dönüştürülmüş bir gri skalayla görüntülenir; 3 boyutlu, kalın, maksimum yoğunluklu projeksiyonlar (MIP) olarak yeniden düzenlenir. ADC haritaları, her vokselin doku yayılımını (birim:  $\mu\text{m}^2/\text{s}$ ) yansıttığı, mono üstel yerleştirme tekniğinin kullanıldığı sistem yazılımlarıyla satır içinde hesaplanır (Şekil 1).

### WB-DWI tekniğinde kemik iliği görüntülemesi

Kemik metastazlarının tespiti, tanımlanması, değerlendirilmesi ve tedavisinde WB-DWI tekniğinin etkin olarak kullanılabilmesi için normal kemik iliklerinin yüksek b-değerli görüntüler üzerindeki sinyal dağılımlarına aşina olmak önemlidir. Normal erişkinlerin kemik iliği dağılımı, genelde 25 yaşında, aksiyal iskelette ve humeral ve femoral metafizlerde bulunan kırmızı kemik ilikleriyle apendiküler iskelette bulunan sarı kemik iliklerinin karışımıyla oluşur. Daha sonra, kırmızı kemik iliklerinin sarı kemik iliklerine dönüşümü yavaş gerçekleşir, söz konusu dönüşümün hızı, hastanın cinsiyeti ve mevcut tıbbi koşullarına göre değişir<sup>9</sup>. Su miktarındaki azalma<sup>9</sup>, büyük ebatlı yağ hücreleri, yağ hücrelerinin hidrofobik özellikleri ve daha zayıf perfüzyon gibi faktörlerin tamamının, sarı kemik iliklerinin düşük sinyal yoğunluğuna ve düşük ADC değerlerine sahip olmasına etki ettiği düşünülür. Diğer taraftan, selülerite, su miktarı ve perfüzyon arttıkça karışık sarı-kırmızı kemik iliklerinin daha yüksek sinyal yoğunlukları ve paradoksal olarak daha yüksek ADC değerlerine sahip olduğu gözlenir<sup>5, 10-12</sup>. Normal iliklerin değişen dağılımı, WB-DWI tekniğinde detaylı bir şekilde görüntülendi (Şekil 1). Benzer şekilde, kemik iliğinin hiposelüleritesi ve hiperselüleritesi de WB-DWI tekniğinde çok iyi görüntülendi. Kemik iliği hiposelüleritesinin en sık rastlanan nedenlerinden bazıları şunlardır: Kemoterapi (Şekil 2), radyoterapi, miyeloproliferatif hastalıklar (örnek: miyelofibroz, miyelodisplazi), kötü huylu olmayan kemik iliği hastalıkları (örnek: aplastik anemi), yaşlılık ve osteoporoz (ilaç kaynaklı olan dahil), kronik hastalıklar (örnek: böbrek yetmezliği, kronik karaciğer hastalığı, romatoid artrit) ve uzun süreli hareketsizlik. Buna karşılık olarak relatif



**5** Tedavi edilen metastazlar ile osteoblastik metastazların yukarıdaki görüntülerden tespiti zordur. Uzun süredir metastatik prostat kanseri olan ve üç kez hormon tedavisi (abiraterone) gören 69 yaşındaki erkek hasta, serum prostat spesifik antijen (PSA) seviyelerinin yükselip yükselmediğinin tespiti için değerlendirmeye alındı. 2 yıllık tedaviye mükemmel yanıtlar veren hastanın kemik iliğinde küçük çaplı anormallikler kaldı. Bu anormallikler, T1 ağırlıklı (5A) ve yağ süpresyonlu, T2 ağırlıklı (5B) omurga görüntülerinde açık bir şekilde görülüyor. b900 3 boyutlu MIP (dönüştürülmüş) görüntüsünde herhangi bir aşırı yoğunluk saptanmadı (5C). Bu durum, hastada herhangi bir osteolitik hastalığın bulunmadığını gösterir. Kemik taraması (5D), b900 3 boyutlu MIP dönüştürülmüş görüntüsünde ayrı bir bölge olarak görüntülenmeyen, sol femurun (ok ile gösterilen) intertrokanterik bölgesinde fokal bir osteoblastik alım alanı olduğunu gösteriyor.

kemik iliği hiperselüleritesi, çocuk ve gençlerde, kronik anemi hastalarında, sigara içenlerde, kronik kalp yetmezliği olanlarda, hamilelerde ve granülosit-koloni stimüle edici faktörler (G-CSF) gibi hematopoetik büyüme faktörleriyle tedavi edilen hastalarda gözlenir. WB-DWI tekniğinde kemik iliği hiposelüleritesi, yüksek b-değerli görüntülerde sinyal yoğunluğunda azalmaya ve omuriliğin görünürlüğünde artışa işaret eder (Şekil 3). Kemik iliği hiperselüleritesi ise, yüksek b-değerlerinde sinyal yoğunluğunda yaygın bir artış olduğunu gösterir<sup>5, 6</sup>. Arka plan kemik iliği selüleritesindeki değişiklikler, kemik iliği metastazlarının görünürlüğünü etkileyebilir. Kemoterapiden kaynaklanan nötropeni önlemek için büyüme-koloni stimüle edici faktör (G-CSF) kullanıldığında kemik metastazları, arka planda artan sinyal yoğunluklarına karşı daha az hassas olur ve bu nedenle zor tespit edilir (Şekil 4). Diğer taraftan kemik metastazları, örneğin yaşlı hastalarda veya kemoterapi görmüş hastalarda nispeten hiposelüler olan kemik iliğinde daha kolay tespit edilebilir (Şekil 2).

### Kemik metastazlarının tespiti

WB-DWI tekniğinde, kemik metastazları, yüksek b-değerlerinde yüksek sinyal yoğunluklu fokal veya yaygın alanlar olarak görünür (Şekil 2, 4, 5). Ancak şunu belirtmek gerekir ki, WB-DWI tekniği tek başına uygulanmamalı ya da tek başına uygulanacak bir teknik olarak düşünülmemelidir. Bunun yerine tüm vücut anatomik MR görüntülemesini tamamlayıcı değerli bir teknik olarak düşünülmeli ve bu nedenden dolayı geleneksel WB-MRI çalışmaları ile birlikte değerlendirilmelidir<sup>13</sup>. Bu iddia, WB-DWI tekniğinin metastazları tespitindeki yüksek hassasiyeti karşılığında özgünlüğünü yitirdiği gerçeğini ortaya koyan, yakın zamanda yapılan bir meta analizde vurgulandı<sup>3</sup>. Hatalı pozitif bulguların nedenlerinden bazıları şunlardır: Kırıklardan kaynaklanan kemik iliği ödemleri, osteoartrit, enfeksiyonlar, kemik enfarktüsleri, vertebral hemaniyomlar, izole kemik iliği adacıkları ve G-CSF kaynaklı kemik iliği hiperplazisi (Şekil 4). Ancak bu hatalı pozitif bulgulardan birçoğunu, yüksek b-değerli DW görüntülerini ADC haritaları ve

anatomik sekanslar ile eşleştirerek ortadan kaldırmak mümkün<sup>5</sup>.

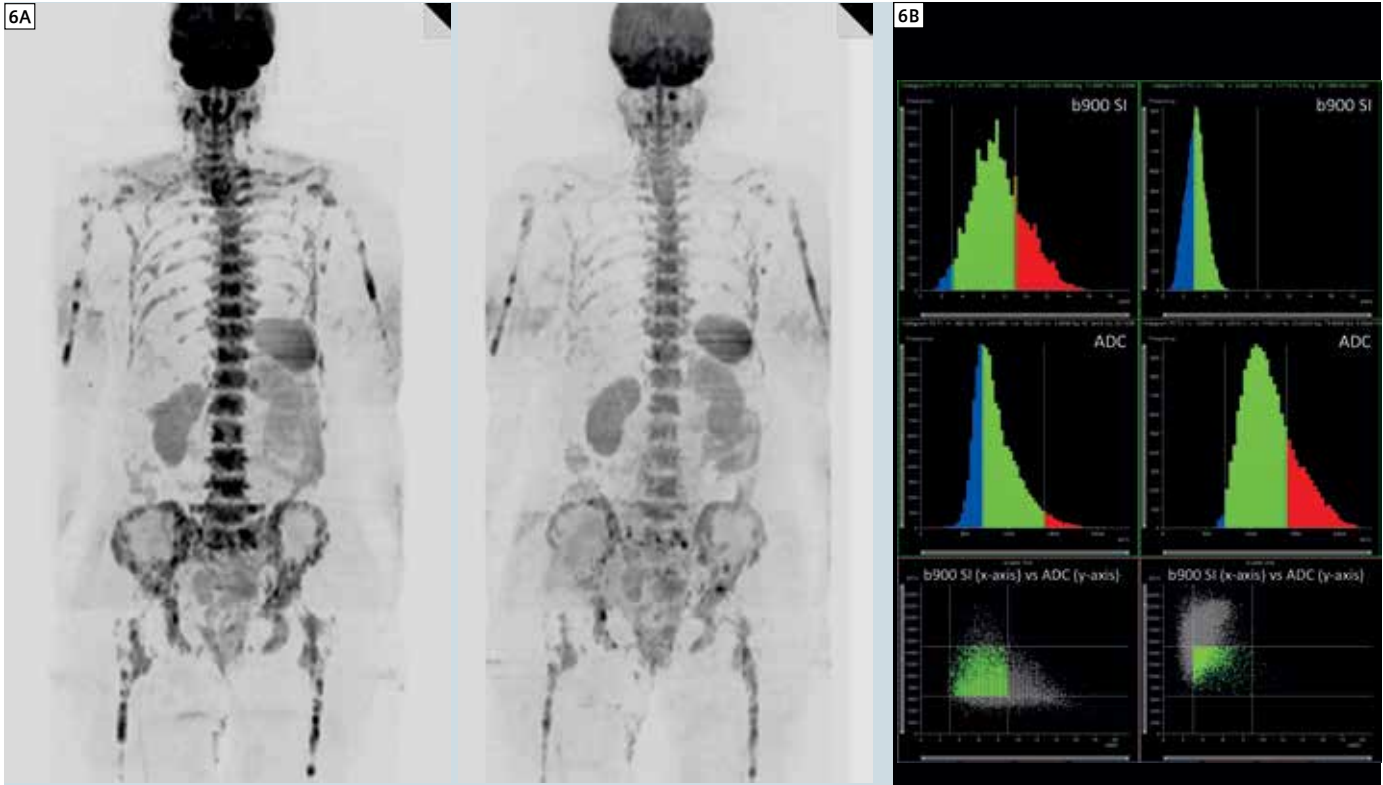
Diğer taraftan hatalı negatif bulguların nedenleri ise içten içe gelişen multipl miyelomda olduğu gibi veya arka plan kemik iliği hiperplazisi, metastazların varlığını gizlediğinde oluşan düşük düzeyli kemik iliği infiltrasyonudur. Benzer şekilde WB-DWI tekniğinde kemik metastazlarının tespiti, ön kaburga ve sternum gibi makroskopik hareketlerin olduğu alanlarda zorlaşabilir. Kafa kubbesi infiltrasyonlarının görünürlüğü, beynin yüksek sinyal yoğunluğu nedeniyle azalabilir. Benzer şekilde kafa kaidesi de, hassasiyet etkileri nedeniyle zor tespit edilebilir. Hatalı negatif bulguların önemli diğer bir nedeni

de, malignant hastalığının ve sklerotik metastazlarının, başarılı bir şekilde tedavi edilmiş olmasıdır (Şekil 5).

WB-DWI tekniğinde litik lezyonlar, genelde sklerotik veya tedavi edilmiş lezyonlara göre daha iyi tespit edilir. Bunun nedeni, sklerotik ve tedavi edilmiş metastazların su ve selüler miktarında azalmadır<sup>10, 14</sup>. Difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme; meme kanseri, miyelom, lenfoma ve nöroendokrin tümörler gibi küçük hücre tümörlerinden kaynaklanan küçük kanser hücreleri infiltrasyonlarından oluşan kemik lezyonlarını, örneğin böbreklerdeki gibi açık kanserli hücrelerden doğan kemik metastazlarına kıyasla daha iyi tespit edebilir.

## WB-DWI tekniğiyle kemik metastazlarının tedavi değerlendirilmesi

Kemik metastazlarının tedavisinin başarılı olduğunu söyleyebilmek için su yayınlılığında artışa neden olan tümör hücresi ölümünün gerçekleşmiş olması gerekir. Bu durum, WB-DWI tekniğinde ADC değerlerinin bariz bir şekilde artmasına neden olur. Başarılı bir tedavi sonrası ADC değerlerinde gözlenen artış miktarının, tümör hücresinin ölüm mekanizması ile ilişkili olduğu düşünülür. İddiaya göre, nekrotik hücre ölümüne yol açan tedaviler, nekrotik olmayan tümör hücresi ölümüne yol açan tedavi seçeneklerine göre, ADC değerlerinin daha fazla yükselmesine neden



**6** Metastatik meme kanserinde tedaviye verilen yanıt. Metastatik meme kanseri olan ve bisfosfonatlı FEC (Floroürasil (5FU), epirubisin ve siklofosfamid) kemoterapi tedavisine yanıt veren, 64 yaşındaki kadın hastadaki seri değişiklikler. **(6A)** 3 döngü tedavi öncesinde (sol sütun) ve sonrasında (sağ sütun) çekilen b900 3D MIP (dönüştürülmüş) görüntüleri. Tedavi öncesinde çekilen görüntüde, metastatik kemik iliğinin yayılma modeli ortaya kondu, bu modelin kapsam ve yoğunluğunun azalması, hastanın hastalığa verdiği yanıtı gösteriyor. Tedavi sonrası çekilen görüntüde, kalıcı bir yüksek sinyal yoğunluğunun görüldüğü ve hastalığın halen aktif olduğunu işaret eden birkaç fokal alan bulunuyor. **(6B)** Tedavi öncesi taramada çekilen b900 görüntülerinde tanımlanmış, pelvisteki ilgi alanının histogram analizi, görüntülerin kaydedilmesinden sonra ikinci taramaya tatbik edildi. Kasların eşik histogramları, b900 sinyal yoğunluğunu (üst sıra), ADC değerlerini (orta sıra) ve normalleştirilen b900 sinyal yoğunluğu (x-ekseni) ve normalleştirilen ADC değerlerinin (y-ekseni) piksel dağılım alanlarını normalleştirdi. Histogram ve dağılım alanlarındaki kontrol çizgileri, normalleştirilen b900 sinyal yoğunluğu ve 650 ve 1500  $\mu\text{m}^2/\text{s}$ 'lik ADC değerleri için 3 ve 9 üzerine yerleştirildi. Histogramlar, üst sıradaki sinyal yoğunluğunda azalma (daha fazla mavi piksel ve daha az yayılma) ile ADC değerlerinde artış (daha fazla yeşil ve kırmızı piksel) olduğunu gösteriyor. Piksel dağılım alanının sol üst kısmı nasıl kaydırdığına dikkat edin. Burada anlatılan tüm analizler, OncoTreat\* yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. (Çalışmalar devam etmektedir, Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya).

\*Bu ürün hakkında burada yer alan bilgiler, ön bilgilerdir. Ürün halen geliştirilme aşamasında olup henüz ticari olarak satılmamaktadır. Ürünün gelecekteki erişilebilirliği de garanti edilemez.

olur. Bir varsayıma göre bunun nedeni, nekrotik hücre ölümünün dokularda su miktarı artışına yol açan inflamatuvar yanıtla ilişkili olmasıdır.

Başarılı bir tedavi sonrası yüksek b-değerli görüntülerde sinyal yoğunluğu değişiklikleri çok daha belirgindir. Ancak birçok vakada, sinyal yoğunluğunda azalma görülür (Şekil 6). Ara sıra da olsa tedaviye verilen olumlu yanıt, yüksek b-değerli görüntülerde kalıcı yüksek sinyal yoğunluğuna, buna karşın ADC değerlerinde artışa neden olabilir. "T2 içten parlama" adı verilen bu durumun nedeni tümör nekrozudur. Bu nedenle, yüksek b-değerli görüntülerdeki kalıcı yüksek sinyal yoğunluğunu, hastalığa yanıt verilmemesi şeklinde yanlış yorumlamak için yüksek b-değeri görüntülerini ADC değerleri ile ilişkilendirirken ihtiyatlı olmak gerekir. Diğer bir model de, sabit kalan veya hafifçe azalan ADC değerleriyle birlikte yüksek b-değerlerindeki sinyal yoğunluğundaki düşüştür. BT taramaları, Dixon görüntüleri ve anatomik MR görüntüleme çalışmalarıyla yaptığımız kıyaslamalardan elde ettiğimiz deneyim, söz konusu modelin nedeninin skleroz veya fibröz olduğunu ortaya koyar. Bu modeli, belirsiz olarak sınıflandırdık ve bu nedenle hastalığa verilen yanıtı değerlendirmek üzere diğer radyolojik ve klinik bulguları dikkate aldık. Buna karşın, tedaviye yanıt veremeyen hastalarda genelde, yüksek b-değerli görüntülerde kalıcı veya yükselen bir kemik iliği hiperintensitesi gözlemlenir. Hastalığın ilerlemesi sırasında, sabit bir kemik iliği alanının sınırları içinde artan tümör hücresi yoğunluğu nedeniyle, ADC değerlerinde düşüş gözlenebilir veya herhangi bir değişiklik gözlenmeyebilir. Progresif hastalıklarda (ancak tedaviye yanıt veren lezyonlara kıyasla çok az miktarda) ADC değerlerinde küçük artışlar söz konusu olabilir. Bu nedenle, yanıt veren hastaları, yanıt vermeyen hastalardan ayırabilmek için tedavi edilmemiş hastalardan elde ettiğimiz bir üst ADC kesim değeri kullanıyoruz. Bu kesim değeri, büyük ihtimalle, kullanılan b-değerlerine ve tümör tipine bağlı oluyor<sup>5, 6</sup>.

## Klinik endikasyonlar

Merkezimizde, son 4 yılda, başta meme ve prostat kanserleri ile multipl miyelom

olmak üzere, çeşitli kanser tiplerinde kemik iliği metastazının tespiti ve tedavisine yönelik olarak, difüzyon MR görüntüleme tekniğinin kullanıldığı

1.200'den fazla WB-MRI taraması gerçekleştirdik. Bu teknik, melanom, lenfoma ve böbrek kanserinin değerlendirilmesinde giderek artan şekilde kullanılıyor. Ayrıca bu tekniğin, çocuk\* ve gençler, kanserli hamileler\*, böbrek yetmezliği veya alerjisi olan veya kontrast maddesinin intravenöz enjeksiyonuna tepki veren kişilerin analizinde değerli bir araç olduğunu keşfettik.

## Sonuç

WB-DWI tekniği, tümörlerin tespiti ve tanımlanmasıyla tedaviye verdikleri yanıtın takibinde kullanılan güçlü bir görüntüleme aracı olarak ortaya çıktı. Bu teknik, özellikle kemik iliği lezyonlarının tespiti, hastalık derecesinin ve ayrıca kemik lezyonlarının tedaviye verdiği yanıtın değerlendirilmesinde mükemmel bir araçtır. Ancak şu gerçeği vurgulamak önemlidir ki, hatalı teşhis koymamak için WB-DWI tekniğinin, geleneksel tüm vücut MR görüntüleme sekansları ile birlikte değerlendirilmesi gerekir. Tedavi ile ilişkili değişikliklerin biyolojik temellerini daha iyi anlamak gibi acil bir ihtiyaç söz konusudur. Ayrıca, tedaviye verilen yanıt kriterlerinin belirlenmesi ve ileriye dönük klinik çalışmaların da test edilmesi gerekir. Yine de WB-DWI tekniği, hızlı bir şekilde tamamlanabilmesi, standart klinik protokollerine entegre edilebilmesi ve potansiyel olarak tümörlerin tedaviye verdiği yanıtlara ilişkin, klinik sorulara geleneksel görüntüleme tekniklerine kıyasla daha güvenilir bir şekilde cevap verilebilmesi nedeniyle, kemik iliği lezyonlarının değerlendirilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir.

### İletişim

Prof. Anwar R. Padhani, MBBS FRCP FRCR  
Paul Strickland Tarama Merkezi  
Mount Vernon Kanser Merkezi  
Rickmansworth Road  
Northwood  
Middlesex HA6 2RN  
Birleşik Krallık  
Tel: +44-(0) 1923-844751  
Faks: +44-(0) 1923-844600  
anwar.padhani@stricklandscanner.org.uk

\* MR tarama tekniğinin fetuslar ile 2 yaşından küçük bebekler üzerinde kullanımının güvenli olup olmadığı henüz kanıtlanmadı. Sorumlu doktor, MR görüntülemesinin diğer görüntüleme tekniklerinden farklı olan özelliklerini değerlendirmelidir.

### Referanslar

1. Jadvar H. Prostate cancer: PET with 18F-FDG, 18F- or 11C-acetate, and 18F- or 11C-choline. J Nucl Med 2011;52:81-89.
2. Mankoff DA, Link JM, Linden HM, Sundararajan L, Krohn KA. Tumor receptor imaging. J Nucl Med 2008;49 Suppl 2:149S-163S.
3. Wu LM, Gu HY, Zheng J, et al. Diagnostic value of whole-body magnetic resonance imaging for bone metastases: a systematic review and meta-analysis. J Magn Reson Imaging 2011;34:128-135.
4. Schmidt GP, Reiser MF, Baur-Melnyk A. Whole-body MRI for the staging and follow-up of patients with metastasis. Eur J Radiol 2009;70:393-400.
5. Padhani AR, Koh DM, Collins DJ. Whole-body diffusion-weighted MR imaging in cancer: current status and research directions. Radiology 2011;261:700-718.
6. Padhani AR, Gogbashian A. Bony metastases: assessing response to therapy with whole-body diffusion MRI. Cancer Imaging 2011;11 Spec No A:S129-145.
7. Padhani AR. Diffusion magnetic resonance imaging in cancer patient management. Semin Radiat Oncol 2011;21:119-140.
8. Koh DM, Blackledge M, Padhani AR, et al. Whole-Body Diffusion-Weighted MRI: Tips, Tricks, and Pitfalls. AJR Am J Roentgenol 2012;199:252-262.
9. Hwang S, Panicek DM. Magnetic resonance imaging of bone marrow in oncology, Part 1. Skeletal Radiol 2007;36:913-920.
10. Messiou C, Collins DJ, Morgan VA, Desouza NM. Optimising diffusion weighted MRI for imaging metastatic and myeloma bone disease and assessing reproducibility. Eur Radiol 2011;21:1713-1718.
11. Hillengass J, Bauerle T, Bartl R, et al. Diffusion-weighted imaging for non-invasive and quantitative monitoring of bone marrow infiltration in patients with monoclonal plasma cell disease: a comparative study with histology. Br J Haematol 2011;153:721-728.
12. Nonomura Y, Yasumoto M, Yoshimura R, et al. Relationship between bone marrow cellularity and apparent diffusion coefficient. J Magn Reson Imaging 2001;13:757-760.
13. Lecouvet FE, El Mouedden J, Collette L, et al. Can whole-body magnetic resonance imaging with diffusion-weighted imaging replace Tc 99m bone scanning and computed tomography for single-step detection of metastases in patients with high-risk prostate cancer? Eur Urol 2012;62:68-75.
14. Eiber M, Holzapfel K, Ganter C, et al. Whole-body MRI including diffusion-weighted imaging (DWI) for patients with recurring prostate cancer: Technical feasibility and assessment of lesion conspicuity in DWI. J Magn Reson Imaging 2011;33:1160-1170.



# Girişimsel görüntülemenin sınırlarını zorlamak

Siemens Sağlık Sektörü Anjiyografi ve Girişimsel X-ray Sistemleri (AX) iş birimi, bu yılki Kuzey Amerika Radyoloji Derneği (RSNA) Kongresi'nde girişimsel görüntüleme alanında iki yeni ürün serisinin lansmanını gerçekleştirdi: Artis Q ve Artis Q.zen. Bu cihazlar, X-ray tarama ve görüntüleme alanında, benzeri görülmemiş düzeyde performans ve tarama doğruluğu ve hassasiyeti sunan vizyoner bir dönüşümü temsil ediyor.



## Performansta vizyonerlik

Yeni tüp, Artis Q ve Artis Q.zen görüntüleme sistemlerinin kalbini oluşturuyor.

Ampullerde ışığı üreten unsur, lamba telidir (filaman). Thomas Edison, günlük kullanıma dayanacak kadar güçlü teli bulana dek 6.000'den fazla lamba telini test etmiştir.

Benzer şekilde, X-ray tüpünün kalbini de yayıcı (emitör) oluşturur. Bir yayıcı ne kadar fazla ısıya dayanırsa, o kadar yüksek performans gösterir. Burada, "yüksek" performans", daha fazla güç ve daha küçük fokal noktalar anlamına gelmektedir.

Siemens piyasada, bir flat emitör ile tüp yapma sanatına hakim olan tek şirkettir. Diğer tüm tüplerde, Edison'un orijinal ampulünde bulunandan çok da farklı olmayan yayıcı bir tel kullanılmaktadır. Kıyaslama yapılacak olursa flat emitör, LED lambası kadar önemli bir devrimdir. flat emitörler, geleneksel tellerden çok daha kalın olan, hassas bir şekilde işlenmiş plakalardır ve bu nedenle daha yüksek sıcaklıklara dayanarak kısa pulseler için yüksek güç temin etmektedirler.

## Tüm fokal noktalar için Flat Emitör Teknolojisi

- Küçük kareli fokal noktalar sayesinde, küçük damarların eski tüp teknolojilerine kıyasla %70'e varan oranlarda daha iyi görüntülenmesi
- Yüksek pulse gücü sayesinde %43'e varan oranlarda daha kısa pulseler

Flat emitör tüpünün yüksek gücü, X-ray pulse genişliğinin %43'e varan oranlarda kısalmasını sağlamaktadır. Kısa pulse, fotoğrafçılıkta kamera flaşının veya hızla tekrarlanan yüksek flaşın yaptığı gibi, artefaktların ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır. Küçük fokal noktalar aynı zamanda performansı arttırmaktadır. Delik (iğne deliği) yeterince küçükse iyi fotoğraflar çeken iğne delikli bir kamera gibi yeni flat emitör teknolojisi de benzer etkiler sunmaktadır. X-ray kaynağı çok küçük bir deliğe sahiptir; bu da görüntü keskinliğini arttırmaktadır. Ancak ne kadar zor olursa olsun tüpü geliştirmek Siemens için yeterli değildi.

Yeni X-ray tüpü, tüm alanlarda yüksek performans sergilemektedir – yeni tüp, küçük fokal noktaları yüksek pulse gücü ile birleştirmektedir.

### Tarama hassasiyetinde vizyonerlik

Artis Q.zen ultra düşük dozlu görüntüleme için kristal silikon dedektörlü ilk anjiyografi sistemidir.

Geleneksel olarak dedektörlerde, yapısal açıdan düzensizlik arz eden amorf silikon plakalar kullanılmaktadır. Bu plakaların kompozisyon yapısı devre yoğunluğunu kısıtlamaktadır, çünkü ince yapıları kaotik bir "tuval" üzerine asitle oyarak yerleştirmek güçtür. Bu durum, elektronik parazitlere neden olmaktadır. Oysa Artis Q.zen ile birlikte piyasaya çıkan yeni dedektör teknolojisinde, yapısal açıdan düzenli ve yüksek devre yoğunluğuna imkan veren kristal silikon plakalar kullanılmıştır.

- Kristal silikon teknolojisi tabanlı X-ray dedektörü ilk kez geleneksel görüntüleme sistemlerinde kullanıldı
- Aktif matris, elektronik parazitleri büyük ölçüde azaltmaktadır
- Elektronik parazit miktarında azalma, ultra düşük dozda görüntülemeye imkan vermektedir

Artis Q.zen, kristal silikon teknolojisiyle donatılmış ilk anjiyografi sistemidir. Bu noktaya ulaşmak için oldukça zorlu aşamalardan geçilmiştir. Ancak bugün kristal silikon teknolojinin belirli bazı özellikleri girişimsel görüntülemede

hızlı ve belirgin bir iyileşme sağlamıştır. Kristal silikonun yüksek devre yoğunluğu, piksel düzeyinde amplifikasyona (detay güçlendirme) imkan vermektedir. Ayrıca, kristal silikon dedektörde görülen piksel düzeyindeki amplifikasyon, elektronik parazitlerin belirgin bir şekilde azaltılmasını sağlayan kilit özelliğidir. Dedektör, temel olarak, ultra düşük dozlu görüntülemede tamamen yeni girişimsel uygulamalara kapı açmaktadır. Bugüne dek elektronik parazitlerin sinyallerin büyük bir kısmını yok ettiği sistemlere karşı, tatmin edici görüntüler alabilmek için geliştirilmiş yeni bir ürün ailesidir.

### Tarama doğruluğunda vizyonerlik

Yeni uygulamalar, doktorların sürekli olarak kendilerini güncel tutmalarına ve gerekli müdahaleleri, hızlı, canlı ve kişisel bir şekilde yapmalarına yardımcı olmaktadır. İnovasyona olan merak ve tutkumuz, bizi her geçen gün, ileri düzey görüntüleme için yeni araçlar geliştirmeye yöneltmektedir. Artis Q, yeni uygulama portföyüyle birlikte daha güvenli teşhisler ve daha iyi sonuçlar için ultra yüksek çözünürlük sunmaktadır. AX vizyonu, kateter laboratuvarları için 2-ve 3-boyutlu görüntülemede "görünmez görüntüleyen" araçlar geliştirmektir. Q teknolojinin tarama doğruluğu prosedürünü yeniden tanımlayacağına eminiz, çünkü bu prosedürün kişisel, hızlı ve canlı olması gerekmektedir. Ne demek istediğimize dair örnekler mi istiyorsunuz?

### Tarama doğruluğu detaylandırılmıştır

Yüksek dinamik aralıklı yeni büyük dedektör, kesin 3-boyutlu rekonstrüksiyon için 65.000'lik gri skala içerisinde 16-bitlik analog-dijital dönüştürme sayesinde yüksek tarama doğruluğu sunmaktadır. Bu durum, kontrast çözünürlüğünde artış sağlamakta ve görüntünün sınırlarında dahi homojen bir görüntü kalitesi sunmaktadır.

### Tarama doğruluğu kişiseldir

syngo DynaPBV Body, girişimsel tedaviden önce ve girişimsel tedavi sırasında hastanın durumu hakkında ek fizyolojik bilgiler sunan yeni bir 3-boyutlu fonksiyonel görüntüleme protokolüdür. Kan hacmi haritaları, kanın lezyonlarda ve çevre dokulardaki dağılımını görsel

olarak ortaya koymaktadır. Perfüzyona yönelik bu bilgiler, doktorların lezyonları tanımlamasına yardımcı olmaktadır. Bu, kişiselleştirilebilir tedavi yönünde atılmış önemli bir adımdır.

### Hızlı tarama

Yeni syngo Dyna3D HighSpeed (Yüksek Hız) özelliği, Artis zeego sisteminin üç saniyeden kısa bir sürede 200 derecelik dönüş yapmasını sağlamaktadır. Hız; hastalar, özellikle de böbrek yetmezliği olan hastalar için önemlidir. syngo Dyna3D HighSpeed, ayrıca kontrast maddesinden de büyük tasarruf sağlamaktadır, çünkü tarama ne kadar hızlı olursa, hastalara o kadar az kontrast maddesi enjekte edilmektedir. Hız, hastaların nefeslerini tutmak zorunda oldukları akciğer taramaları



En tehlikeli hastalıklara karşı mücadelede sağlık sektörüne yardımcı olmak ve sağlık sektöründe yeni nesil uygulamalara geçişi sağlamak için çitayı yükselttik ve Q teknolojisini geliştirdik.

*İşte size Q teknolojisi hakkındaki gerçekler!*



için de gereklidir. Hastalar, sadece birkaç saniye süren görüntüleme prosedürlerinden memnuniyet duymaktadırlar.

#### Canlı tarama

Kesin görünürlük, girişimsel kardiyojide son derece önemlidir. Giderek karmaşılaşan prosedürler, yerleştirilecek stent ile daha önceden takılmış stentler, koroner lezyonların lokasyonları ve kardiyak anatomisi hakkında kesin bilgiler gerektirmektedir. CLEARstent Live özelliği sayesinde, doktor stenti damar içinde hareket ettirirken cihazlardan gelen iyileştirilmiş görüntüler canlı olarak ekrana yansıtılmaktadır. Benzersiz bir diğer özellik de şudur: Görüntüler, prosedür tamamlandıktan sonra dahi belgelendirme amacıyla ve hastaya yapılan uygulamaları göstermek için sistemde tutulmaktadır.

#### Daha fazla tarama hassasiyeti

Entegre IVUSmap uygulaması, intravasküler ultrason (IVUS) ve anjiyografinin avantajlarını ortak kayıt prosedürü aracılığıyla birleştirmektedir. Uygulama, bu iki tekniği birleştirerek koroner ağaç içerisindeki IVUS görüntüleri için uzaysal lokalizasyon sunmakta ve damarlar, hacim ve damar duvarı yapısı hakkındaki bilgileri anjiyografiye eklemektedir.

#### “Hiç gri bir Ferrari hayal ettiniz mi?”

Birinci sınıf Artis Q ve Artis Q.zen sistemleri: Her ikisi de benzersiz flat emitör teknolojisi sayesinde performansta vizyoner ve daha güvenli prosedürleri destekleyen yeni ileri rehberlik araçlarıyla tarama doğruluğunda vizyoner. Artis Q.zen, ayrıca, ultra düşük dozlu görüntülemeye yüksek görüntü kalitesi sunan benzersiz kristal detektör teknolojisi sayesinde tarama hassasiyetinde de vizyoner.

Sistem tasarımının, Artis Q.zen teknolojisinin ne kadar özel olduğunu göstermesi de şaşırtıcı değil: Kristal silikon detektör üzerindeki kıpkırmızı şerit, zaten durumu ortaya koymaktadır. Hiç gri bir Ferrari hayal edebilir misiniz?

Gelin daha yakından bakın:

[www.siemens.com/artis-q](http://www.siemens.com/artis-q)

[www.siemens.com/artis-q-zen](http://www.siemens.com/artis-q-zen)

#### Sınırlamaları aşmak...

X-ray taramadaki fiziki sınırların üstesinden gelmek amacıyla, obez hastaların tedavisi sırasında veya dik açılarda daha fazla belirginlik için küçük fokal noktalarla güçlü pulseler oluşturan yeni bir flat emitör X-ray tüpü geliştirdik. Bu tüp mükemmel bir performans sunmaktadır.

#### Çok sayıda ...

Artis Q ve Artis Q.zen sistemleri için mevcut olan çok sayıda yeni uygulama, kesin rehberlik sunmakta ve radyolojik, kardiyolojik ve cerrahi girişimlerde inovasyon yaratmaktadır – buna uygulamada tarama doğruluğunda vizyonerlik denir.

#### Doz azaltmak...

Doz azaltmak bizim için daima bir tutku olmuştur. Hastaların ve tıp personelinin maruz kaldıkları radyasyon dozunu sürekli olarak azaltmak için sınırları zorlamaktayız. Vizyonumuz, öncelikle görüntü kalitesini arttıran ve radyasyon dozunu azaltan yeni bir tüp yapmak ve bunu, radyasyon dozuna hassas yeni kristal silikon dedektör teknolojisi sayesinde ultra düşük dozlarda dahi görüntüleme yapan bir dedektör ile birleştirmekti. Günümüzde yeni kristal silikon dedektörler, tarama hassasiyetinde büyük bir sıçrama gerçekleştirmiştir.



# SIEMENS



Filmi görmek için  
burayı okutun.

[www.siemens.com/perspective-movie](http://www.siemens.com/perspective-movie)

## BT'ye bakış açınızı değiştiriyoruz.

SOMATOM Perspective

[www.siemens.com/somatom-perspective](http://www.siemens.com/somatom-perspective)

Siemens'in yeni nesil BT sistemi ile tanışın. SOMATOM Perspective, tepeden tırnağa medikal, teknik ve finansal verimlilik için dizayn edilmiştir. Etkin bir tarama sağlamak için, otomatize edilmiş bir yazılım çözümüne sahiptir.

Bu sayede sisteminizin ömrünü uzatırken, düşük dozlu, yüksek kaliteli görüntüler elde edebilirsiniz.

Sağlık alanındaki başarınızı, yeni SOMATOM Perspective ile güçlendiriyoruz.

**Answers for Life.**

# Karaciğer kanseri tedavisi ve tedaviye verilen yanıtın PET•CT taraması ile takibi

<sup>90</sup>Y görüntüleme, düşük pozitron fraksiyonu nedeniyle karmaşıktır. Ancak yüksek hassasiyete sahip PET cihazlarının yüksek görüntü kalitesi elde etmeleri için önemli bir fırsat söz konusudur.

Kathy P. Willowson, Elizabeth Bernard ve Dale Bailey

Avustralya, Sidney'de bulunan Royal North Shore Hastanesi ve Sidney Üniversitesi tarafından sunulan vaka çalışması verileri

## Giriş

Yttrium-90\* (<sup>90</sup>Y), Seçici Internal Radyonüklit Tedavi (SIRT) alanında, karaciğer kanserlerini kanülasyon ile tedavi etmek ve radyoaktif işaretli mikrosferleri hepatik arter içinden geçirmek amacıyla yürütülen araştırmalarda kullanılmaktadır. <sup>90</sup>Y maddesi, genelde görüntüleme için hiçbir fotonun yayılmadığı saf bir beta emitörü olarak değerlendirilmiştir. Beta partikülleri maddenin içinden geçerken saptıkları, buna karşın uzaysal çözünürlükleri zayıf ve radyoaktivite dağılımının ölçümü karmaşık olduğu için yayılan ve dağılmış Bremsstrahlung radyasyonunu görüntülemek için gama kamera kullanılmaktadır. Yakın zamanda yayınlanan raporlar, rastlantısal PET kamerası ile görüntüleme yapmak için uygun ikili fotonların yok edilmesi ve salınmasına yol açan, ikili olarak üretilen pozitronların küçük bir kısmının (yaklaşık 32 ppm) görüntülenmesinin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır<sup>1,2</sup>.

## Hastanın geçmişi

4. evre kolorektal kanseri olan 74 yaşındaki erkek hasta, bilinen hepatik metastazların tedavisi için <sup>90</sup>Y SIR-Spheres<sup>1</sup> mikrosfer tedavisine tabi tutulmuştur. Hastanın %1,2'lik (yüksek kontrastlı BT taramasında ölçülen) tümör yükü ve %8'lik akciğer şant yüzdesi, yaklaşık 1,8 GBq düzeyinde <sup>90</sup>Y maddesi

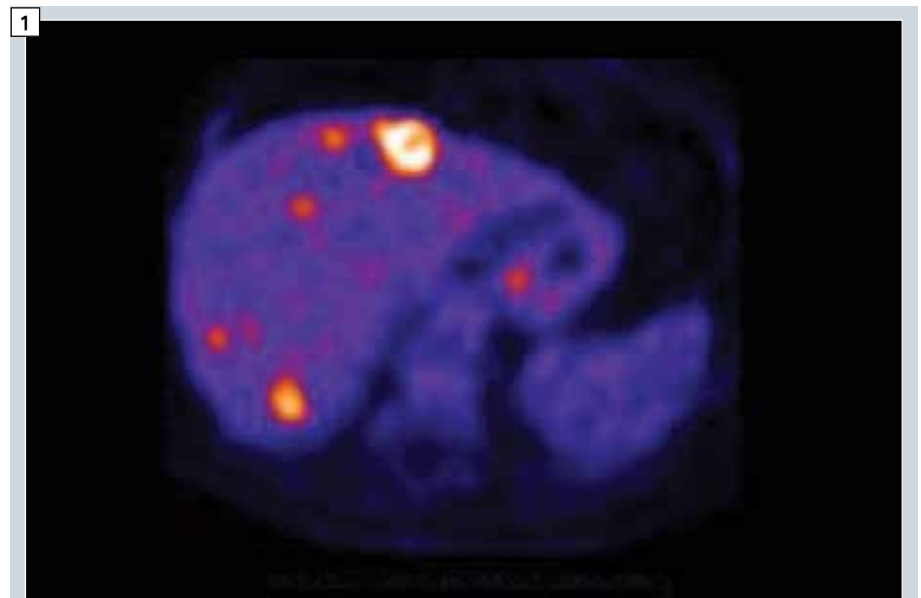
enjeksiyonunu gerektirmiştir.

<sup>90</sup>Y maddesinin implantasyondan sonra karaciğerdeki dağılımını görüntülemek için Time of flight (TOF) PET (ultraHD•PET) tekniği uygulanmış olup görüntüler, her bir yatak pozisyonu için 20 dakikalık süreler içerisinde çekilmiştir. <sup>18</sup>F FDG'nin hastalıklı dokularca ne kadar alındığını değerlendirmek için tedavi öncesindeki hafta içerisinde temel Fludeoxyglucose F18 (<sup>18</sup>F FDG) taraması yapılmıştır. Hastanın tedaviye verdiği yanıtı

değerlendirmek için de tedaviden 6 hafta sonra takip amaçlı bir tarama yapılmıştır.

## Teşhis

Klinik değerlendirmede, PET taramasında görüntülenen <sup>90</sup>Y maddesi dağılımı, temel <sup>18</sup>F FDG PET taramasında izleyici maddeyi yoğun bir şekilde alan bölgelerin birçoğu ile benzer özellikler göstermiştir. Takip amaçlı yapılan <sup>18</sup>F FDG PET taramasında, <sup>90</sup>Y SIR-Spheres (Mikrosfer) tedavisinden 6 hafta sonra hastanın, karaciğerindeki



1 Tedavi öncesi yapılan <sup>18</sup>F FDG PET taraması.

hastalığa karşı neredeyse komple yanıt verdiği görülmüştür. Ancak hastanın vücudunun başka yerlerinde ekstra hepatik aktivite gözlemlenmiştir.

## Yorumlar

$^{90}\text{Y}$  görüntüleme, düşük pozitron fraksiyonu nedeniyle karmaşıktır. Ancak, GBqs seviyesindeki radyoaktivitenin sınırlı bir bölgeye tatbik ediliyor olmasının yanı sıra, yüksek hassasiyete sahip PET cihazlarının yüksek görüntü kalitesi elde etmeleri için önemli bir fırsat söz konusudur.  $^{90}\text{Y}$  PET görüntüleme tekniğinin niceliksel potansiyelinin incelendiği çok sayıda rapor yayınlanmış olsa da henüz bugüne dek tercih edilen bir yöntem ortaya çıkmamıştır. Ayarlamalar, standart  $^{18}\text{F}$  FDG ayarlama eğrisi eğimlerine dayalıydı. Fiziki parametreler de  $^{18}\text{F}$  ile  $^{90}\text{Y}$  arasındaki farkları dikkate alacak şekilde ayarlanmıştı. Bu çalışmada Biograph mCT, bilinen radyoaktivite miktarına kıyasla %10'dan daha yüksek doğrulukla  $^{90}\text{Y}$  dağılımını ölçebilmiştir. Genişletilmiş görüş alanına (TrueV) sahip Biograph mCT, yüksek bir sayım hızına ulaşmaktadır. Bu durum, bu klinik vaka örneğinde anlatılmaya çalışıldığı gibi, düşük düzeyli pozitron emitörlerinin görüntülenmesini mümkün hale getirmektedir.

## İnceleme protokolü

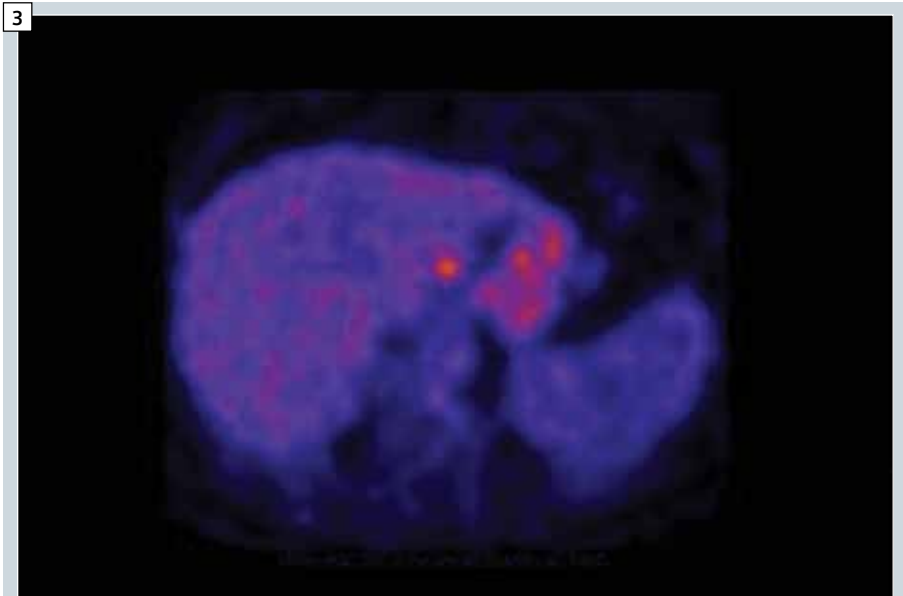
|                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| <b>Tarayıcı</b>      | <i>Symbia T16</i>               |
| <b>Doz A</b>         | 7 mCi $^{18}\text{F}$ FDG       |
| <b>Görüntüleme A</b> | Her bir pozisyon için 3 dakika  |
| <b>Doz B</b>         | 48 mCi $^{90}\text{Y}$          |
| <b>Görüntüleme B</b> | Her bir pozisyon için 20 dakika |

\*yttrium-90 maddesinin etkinliği ve güvenliği, Birleşik Devletler Gıda ve İlaç Dairesi veya diğer düzenleyici kurumlarca henüz onaylanmamıştır. Siemens, bu maddenin kullanımına dair hiçbir iddiada bulunmamaktadır.

Bu belgede belirtilen, Siemens müşterilerine ait ifadeler, müşteriye özel ortamlarda elde edilmiş somut sonuçlara dayanmaktadır. Standart bir hastane konsepti olmadığı ve çok sayıda değişken (örneğin, hastane büyüklüğü, vakalar, IT sistemlerinin kullanım düzeyi, v.b.) bulunduğu için diğer müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair bir garanti söz konusu değildir.



2  $^{90}\text{Y}$  SIR-Spheres (Mikrosfer) tedavisinin PET görüntüsü.



3 Tedavi sonrası yapılan  $^{18}\text{F}$  FDG PET taraması.

## Referanslar

1. Lhommel R, van Elmbt L, Goffette P, Van den Eynde M, Jamar F, Pauwels S, et al. Feasibility of  $^{90}\text{Y}$  TOF PET-based dosimetry in liver metastasis therapy using SIR-Spheres. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2010 Aug;37(9):1654-62.
2. van Elmbt L, Vandenberghe S, Walrand S, Pauwels S, Jamar F. Comparison of yttrium-90 quantitative imaging by TOF and non-TOF PET in a phantom of liver selective internal radiotherapy. Phys Med Biol. 2011 Nov 7;56(21):6759-77.



# CARE kV, radyasyon dozunun düşürülmesine imkan veriyor

Hollanda'nın Rotterdam şehrinde bulunan Erasmus Tıp Merkezi'nde görevli BT uzmanlarının işleri, CARE kV sayesinde artık hiç olmadığı kadar kolay. Bu benzersiz yazılım, tüp gerilimini optimize ederek radyasyon dozunu düşürüyor.

Irène Dietschi

Rotterdam'daki Erasmus Tıp Merkezi'ne (MC), toraks taraması için kabul edildiğinde bebek sadece 5 haftalıktı. Radyolog, bebeğin aort ve vasküler sisteminin de taranmasını talep etti. Ancak hasta yeni doğan olduğu için uzmanlar, radyasyon dozunu çok düşük seviyelere indirme konusuna özel önem veriyorlardı (Şekil 1). İdeal tüp gerilimini, hastaya ve hastanın klinik durumuna göre belirleyen, Siemens tarafından geliştirilmiş bir araç olan CARE kV sayesinde uzmanlar, söz konusu prosedürü, bu kadar küçük yaştaki bir hastada gerçekleştirebildiler. CARE kV sayesinde, sadece 70 kV'luk bir tüp gerilimi kullanıldı. Departmanın BT Araştırma ve İnovasyon Birim'i'nin Koordinatörü Uzman Ronald Booij, konuyla ilgili olarak şu değerlendirmede bulundu: "Ortaya çıkan doz o kadar düşüktü ki, gözlerimize inanamadık."

## Küçük bir hasta için düşük doz

Booij'in meslektaşlarından biri olan, Özel Araştırmalardan Sorumlu Uzman Marcel Dijkshoorn da şu tespitte bulundu: "Son derece düşük bir değerde, sadece 2,8 mGy. cm düzeyinde bir Dose Length Product (DLP) hesapladık." Bu düşük doza rağmen radyologlar, aort, akciğerler ve kalbin açık bir şekilde tanımlanabildiği mükemmel bir vasküler tarama gerçekleştirdiler. Booij, sözlerine şu şekilde devam etti: "Küçük bir hastada tüm gerilimi azaltmanın, görüntü parazitleri üzerinde hiçbir etkisi yok ve iyot çok iyi bir kontrast sağlıyor. Yani, düşük bir kV değeri seçebilirsiniz, böylece yazılım mümkün olan en düşük referans mAs değerini ayarlayacaktır."

Bebeğin taraması, CARE kV yazılımının Erasmus MC Radyoloji Departmanı'nda kullanılmaya başladığı tarih olan, 2012 Mayıs'ında gerçekleştirildi. 1.300 adet yatağın bulunduğu ve 11.000'den

fazla çalışanın hizmet verdiği hastane, Hollanda'daki en büyük 8 üniversite hastanesinden biridir. Bebeğin taramasından bu yana Booij ve Dijkshoorn, yeni yazılım aracılığıyla önemli deneyimler kazandılar. Ayrıca edindikleri bilgi birikimini meslektaşlarıyla da paylaştılar. Booij ve Dijkshoorn, birkaç temel kuralı öğrendikten sonra yazılımın kolaylıkla kullanılabileceğini belirtiyorlar. Booij ve Dijkshoorn, Ağustos itibarıyla CARE kV yazılımını, departmanda bulunan 6 Siemens tarayıcısından 2'si üzerinde kullanıyorlar. Yazılımdan son derece memnun olan Booij ve Dijkshoorn, yazılımı yakın gelecekte 2 tarayıcıda daha kullanmak niyetindeler. Booij, sözlerine şu şekilde devam ediyor: "CARE kV yazılımı sayesinde radyasyon dozunu düşürebiliyoruz ve buna rağmen yüksek kaliteli görüntüler elde edebiliyoruz. Bu yazılım, hayatımızı çok fazla kolaylaştırdı." Hastaları çok daha düşük dozlarla radyasyona maruz kalırken, görüntü kalitesi bozulmadığı için uzmanlar, artık çok daha az unsura dikkat ediyor.

## Dengeleyici bir hamle

Booij ve Dijkshoorn, uzun yıllardır uygulamada tüp gerilimini ayarlıyorlar. Çünkü bunun, radyasyon dozunu düşürmeye yardımcı olacağını biliyorlar. Ancak bu işlemi eskiden manual olarak yapmak zorundaydılar. Bu, günlük uygulamada yapılabilecek kolay bir işlem değildi. BT taramalarında tüp akımı, tüp gerilimi ve görüntü kalitesi (kontrast, CNR (kontrast-gürültü oranı) ve parazit) arasındaki ilişkiler, bu tekniği çetrefilli hale getiriyor ve bu nedenle, her bir hasta ve tarama için tüp geriliminin yeniden ayarlanması önemli bir zorluk yaratıyordu. Dijkshoorn, bu durumu şöyle anlatıyor: "kV düzeyinin her seferinde yeniden ayarlanması, uygun bir mAs düzeyinin de belirlenmesini gerektirir. Ayrıca söz konusu ayarlamalar, natif arteriyel veya venöz taramalar, parankima, damar veya kemik analizleri ve tabii ki hastanın vücut yapısına göre değişiklik gösterir." Bu, tüm BT uzmanlarının bilgi birikimleri ve

Rotterdam'daki Erasmus Tıp Merkezi'nde hastalar, CARE kV yazılımı sayesinde daha düşük radyasyon dozlarına maruz kalıyorlar. Bu nedenle uzmanlar Marcel Dijkshoorn (solda) ve Ronald Booij (sağda), çok daha az şeye dikkat etmeleri gerektiği için mutlular.





**1** Beş haftalık bir bebek, toraks taraması için Rotterdam'daki Erasmus Tıp Merkezi (MC) radyoloji departmanına kabul edildi. Bebeğin aort ve vasküler sisteminin taranması istendi. CARE kV, radyologun taramayı mümkün olan en düşük radyasyon dozuyla gerçekleştirmesine olanak sağladı (CTDIvol 0,1 mGy, DLP 2 mGy cm, etkin doz 0,078 mSv).

uzmanlıklarını ortaya koymaları gerektiği, büyük zaman kaybına yol açan bir süreçtir. Yılda 200.000'den fazla tanısız radyolojik taramanın gerçekleştirildiği Erasmus Tıp Merkezi'ndeki uzmanlar, ya görüntü kalitesinin iyileştirilmesinin ya da radyasyon dozunun düşürülmesinin daha ön plana çıktığı protokollere odaklanıyorlardı. Dijkshoorn, konuyu şöyle açıklıyor: "Bu işi manuel olarak yapmak, iş akışı optimizasyonu çalışmalarımızla çelişiyordu. Hastanın kilosuna veya vücut kitle endeksinde orana son derece yüksek ve düşük kV değerleriyle ya protokollerin sayısı ya da karmaşıklık düzeyi artıyordu." CARE kV, bu protokollere duyulan gereksinimi azaltıyor. Genelde, hastanın büyüklüğünden bağımsız olarak (hasta ister çocuk, isterse erişkin olsun), klinik bir durum için uygulanan standart bir tarama protokolü artık yeterli. Booi, bu konuyla ilgili olarak şu tespitte bulunuyor: "SAFIRE sistemi ve yeni Stellar Dedektörünün kullanımıyla birlikte CARE kV yazılımının uygulanması, protokollerimizin tamamı üzerinde yeniden çalışma ve bu protokoller, mümkün olan en iyi şekilde konfigüre etme kararımızın arkasındaki temel nedendi." Eskiden BT uzmanlarının deneyimlerine dayanan bir seçenek olan kV modülasyonu, CARE kV sayesinde çok daha kolay bir işlem haline geldi. Ronald Booi, konuyla ilgili şu tespitte bulunuyor: "Tüp gerilimi artık hemen hemen tüm hastalar ve klinik durumlar için otomatik olarak optimize ediliyor. Hastalar daha düşük radyasyona, uzmanlar ise daha az strese maruz kalıyorlar. İşler kolaylaştığı için tarama ve muayene yaparken artık çok daha rahatsınız."

## Pediatric alanındaki avantajlar

Yazılım, özellikle pediatrik BT taramalarında oldukça faydalıdır. Çünkü bu taramalarda, yüksek kaliteli görüntülerle makul radyasyon dozları arasında hassas bir denge tutturmak gerekir. Dijkshoorn, şu hususa dikkat çekiyor: "Pediatrik BT, hem doktorlar hem de teknisyenler için oldukça zorlu bir süreçtir." Bununla birlikte, çocukların henüz gelişmekte olan bedenlerinin mümkün olduğunca en düşük radyasyona maruz kalması gerektiği açık bir gerçektir. CARE kV, tarama prosesini belirgin bir şekilde kolaylaştırıyor:

- Mükemmel görüntüler ve yüzde 60'a varan oranlarda azalan radyasyon dozu,
- Erasmus Tıp Merkezi'nde giderek daha fazla sayıda hasta, artık MR görüntüleme veya anjiyografi yerine BT taramasına yönlendiriliyor. Diğer bir deyişle, aynı miktarda veri, sadece birkaç saniye süren bir taramada işlenebiliyor.

Dijkshoorn, konuyla ilgili olarak şu tespiti yapıyor: "Giderek daha fazla sayıda çocuk hasta, BT taramasına yönlendirildiği ve prosedürler daha kolay hale geldiği için BT teknisyenleri, rutin uygulamalarında grup olarak daha fazla deneyim elde ediyorlar. Artık sadece mesai saatlerinde değil, akşam saatleri ve gece vardiyalarında bile kaliteli tarama yapabilecek, yeterli uzmanlığa sahip personel mevcut."

Dijkshoorn ve Booi, bu avantajlara rağmen her bir BT taramasında, ne kadar düşük olursa olsun, radyasyon dozunu ve kontrast maddesini teyit eden klinik bir endikasyon olması gerektiğini özellikle vurguluyorlar: "Ancak azalan dozlarla birlikte MR görüntüleme BT taramaya bir kayma olduğunu gözlemliyoruz. Çünkü MR görüntülemenin olası komplikasyonları, bu tekniğin sunduğu kolaylıkların çok ötesine geçebilir."

## Her saniyenin önemli olduğu durumlar

CARE kV, bu alanda da benzer avantajlar sunuyor. Booi, şu hususu açıklıyor: "Her saniyenin önemli olduğu durumlarda, onlarca protokolü düşünmek için zamanınız olmaz. Genelde tek başınıza, olabildiğince hızlı bir şekilde ve meslektaşlarınızın önerileri olmaksızın çalışmak zorundasınız. Bu nedenle, optimum sonuçlar elde etmenize yarayacak sağlam bir protokol ve

güvenilir bir yazılıma sahip olmak, büyük rahatlık sağlıyor."

Booi, Radyoloji Departmanı'na hemoptizi ve hafif bir ateşle sevk edilen 18 yaşındaki, sistik fibroz hastası bir genç kıza hatırlıyor. Embolizasyon ihtimalini dikkate alan doktorlar bir an evvel kanamanın nedenini bulmak için akciğerdeki tüm damarların detaylı bir şekilde taranmasını istiyorlardı: "Bu tarama, genelde 100 kV'luk bir gerilimle yapılıyordu. Bu da  $\pm 80$  mGy cm<sup>2</sup>'lik bir DLP'ye yol açıyordu. Ancak bu vakada, DLP sadece 28 mGy cm olmasına rağmen, CARE kV yazılımı 80 kV değerini tercih etti."

CARE kV, ayrıca 'orta' bir konum daha sunuyor. Bu konum, kullanıcı tanımlı bir kV değerinin kullanılmasını, buna karşın yazılımın mAs değerlerini önceden belirlenmiş referans değerlere göre ayarlamasını sağlıyor. Dijkshoorn, konuyla ilgili olarak şu tespitte bulunuyor: "Bu, özellikle, böbrek üstü bezlerinin washout ölçümü gibi takip amaçlı gerçekleştirilen çok fazla taramalar için faydalıdır." Sabit bir kV değeri, aynı hastada yapılan çoklu taramalar ve/veya analizler arasında kıyaslama yapılmasına da imkan tanıyor. Erasmus Tıp Merkezi'nde CARE kV yazılımının eğitici yönü, yazılım kurulmadan çok önce başladı. Yazılımın kullanımı son derece kolay olsa da, arka planını anlamak çok daha karmaşık. Booi, yazılımın kurulumundan önceki durumla ilgili olarak şu noktayı vurguluyor: "Tüm ekibimizin, çalışma şeklini büyük oranda değiştirecek, büyük bir şeyin geldiğini bilmesini istedik. Departmanımızdaki herkesin, bu yeni aracın kapsamının farkında olmasını son derece önemli bir husus olarak gördük." Booi ve Dijkshoorn'a göre teknisyen ve radyologların eğitiminin eş zamanlı gerçekleştirilmesi ve bu iki grubun yeni protokollerini birlikte oluşturmaları gerekiyor: "Doktorlar ve teknisyenler güçlerini birleştirdiklerinde eğitim faaliyetlerinden maksimum fayda sağlarsınız" görüşüne sahiptir.

**Irène Dietschi**, İsviçre asıllı ödüllü bir bilim ve tıp yazarıdır. Neue Zürcher Zeitung gibi kamuya açık medya kuruluşları için yazılar yazan Dietschi'nin aynı zamanda birkaç kitabı vardır. Bu belgede belirtilen, Siemens müşterilerine ait ifadeler, müşteriye özel ortamlarda elde edilmiş somut sonuçlara dayanır. Standart bir hastane konsepti olmadığı ve çok sayıda değişken (örneğin, hastane ebatları, vakalar, IT sistemlerinin kullanım düzeyi, vb.) bulunduğu için diğer müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair bir garanti söz konusu değildir.

# syngo WARP – Manyetik rezonans görüntülemelerde metallerin neden olduğu yapay görüntüleri azaltma teknikleri

Theresa Bachschmidt; Ferdinand Lipps, Ph.D.; Mathias Nittka, Ph.D.

Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya

Metallerin neden olduğu yapay görüntüleri en aza indiren ve klinik ortamlarda umut vaat eden 3 yaklaşım bulunuyor. Yazıda, yüksek bant genişlikli sekans parametreleri, VAT (Görüntü Açısını Çevirme) ve SEMAC (Metal Kaynaklı Yapay Görüntü Düzeltme için Kesit Şifreleme) ele alınıyor.

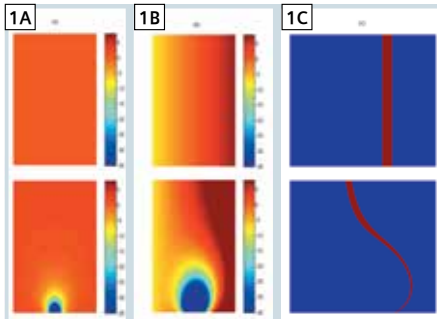
WARP terimi, metal implantların görüntü kalitesi üzerindeki etkilerini minimize eden yöntemleri ifade eder.

## Zorluklar

Metallerin dokulara kıyasla son derece farklı duyarlılık sabitleri vardır. MR taraması yapılan bir hastada metalik implantlar varsa, bu implantlar arasında bulunan boşluktaki statik manyetik alan, implantların neden olduğu güçlü, lokal, rezonans dışı etkilere maruz kalır. Manyetik alandaki bozulmanın derecesi, metal implantın şekli, yeri ve malzeme özelliklerine bağlıdır.

## Statik manyetik alandaki bozulmanın sonuçları

- Vokseller arası geri evreleme: Sinyal boşlukları, görüntüde siyah renkli alanlar



**1** Üst sırada ideal kesit seçimi, alt sırada ise bozulmuş bir kesit seçimi üzerindeki etkileri gösterilir: (1A) Kesit seçimi yönünde B0 alanı haritası, (1B) Uyarım için birleştirilmiş manyetik gradyan alanı kesit şifreleme yönündeki B0 alanı haritası ve (1C) uyarılmış kesitin pozisyonu.

olarak görülür.

- Doku kontrastındaki değişiklikler: Yağ supresyonu ve saturasyon bantlarının işe yaramaması.
- Düzlemsel bozulma: Lokal alan dengeleme, beklenen yassı görüntü düzlemi yerine eğimli ve bozuk görüntülü kesitlere neden olur (Şekil 1).

Hem düzlem içi hem de düzlemsel bozukluklar görüntü piksellerini gerçek pozisyonlarından uzağa doğru kaydırdığı için görüntü geometrisi de bozulur. Her iki durumda da ciddi alan değişikliğinin söz konusu olduğu bölgeler, sinyal boşluklarına (siyah noktalar olarak görünür) ve sinyal birikmesine (parlak noktalar olarak görünür) neden olacaktır. Ancak bu tip artefaktları minimize etmek için farklı tekniklere ihtiyaç olması nedeniyle, düzlem içi ve düzlemsel artefaktların birbirlerinden ayrılması mantıklıdır.

## Metallerden kaynaklanan artefaktları önleme yaklaşımları

Metal implantların bulunduğu bir bölgenin görüntülenmesi genel olarak, lokal, rezonans dışı etkilerin yol açtığı sinyal geri evrelemeye karşı olan yüksek direnci nedeniyle turbo spin echo sekanslarına dayanır. Aşağıda, metallerin neden olduğu yapay görüntüleri en aza indiren ve klinik ortamlarda umut vaat eden sonuçlar veren 3 yaklaşım anlatılıyor. Şekil 2’de bu yaklaşımların, standart görüntüleme protokollerine kıyasla in-vivo etkileri

gösteriliyor. Başka teknikler mevcut olsa da bu teknikler, aşırı uzun tarama süreleri veya özel donanım gereksinimleri nedeniyle pek tercih edilmez.

## Yüksek bant genişlikli sekans parametreleri

Temel görüntü alma parametreleri, MR sekansını manyetik alan bozulmasına karşı daha az hassas hale getirmek için yüksek bant genişlikli (BW) parametrelere ayarlanır.

### Ne yapılır:

Hem uyarım pulsesi hem de sinyal çıktısının bant genişliği artırılır.

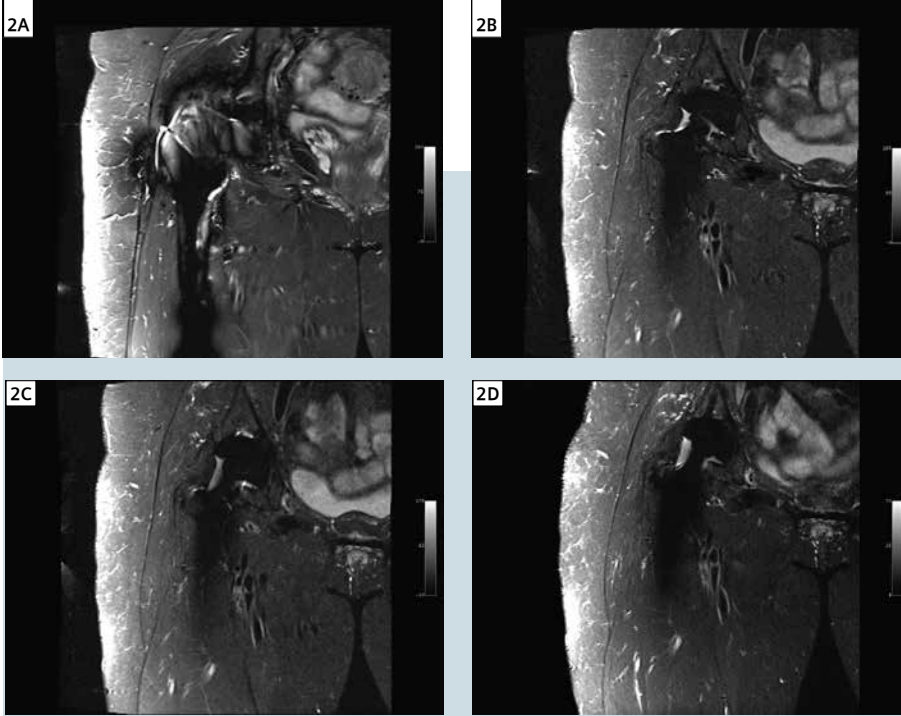
### Etkileri:

Yüksek bant genişlikli sekanslar, kesit profilinin düzlem içi bozulmasını minimize

## 3T’de, implantlı hastaların taraması

3T ve 1,5 T’lik MR görüntülemelerde büyük bir fark söz konusudur. Standart klinik görüntülemenin aksine yüksek alan direnci, metal implantlı hastalar için daha yüksek görüntü kalitesi anlamına gelmez. Artan güvenlik endişelerinden farklı olarak, statik alan gücüne sahip görüntü bozulma ölçeklerinin seviyesi, diğer bir deyişle yapay görüntülerin seviyesi, 3T’de, 1,5T’den daha yüksektir. Ayrıca, artefakt azaltma tekniklerinin verimliliği, 3T’de artan SAR kısıtlamaları nedeniyle azalır.





2 Görüntü kıyaslama: (2A) standart protokol, (2B) yüksek BW, (2C) VAT\* ve (2D) SEMAC\*\*.

eder. Diğer bir deyişle, mevcut kesit kalınlığının daha az sayıda varyasyonu oluşur. Yani, sinyal birikme ve boşluklarının sayısı, standart protokollere kıyasla azalır. Yüksek sinyal çıktı bant genişliği ise, düzlemsel bozulmaları minimize eder: Vokseller arası sinyal ters evrelemeyle, çıktı kodlama yönündeki geometrik kaymalar azalır.

Bunun sonucunda görüntüde daha az sinyal boşluğu ve düzlemsel bozulmaya bağlı daha az sayıda artefaktlar oluşur. Yüksek bant genişlikli protokollerin temel eksikliği, düşük sinyal-gürültü oranı (SNR) ve yüksek özel emilim oranıdır (SAR). Yüksek bant genişlikli sekanslarda, tarayıcı donanımı açısından, özellikle de gradyan ve RF gücü performansı söz konusu olduğunda son derece yüksek talepler

oluşur. Nihayetinde, yüksek bant genişlikli RF pulselerinin tatbik ettiği RF gücü, hastalar (SAR) tarafından sınırlandırılır. Bu nedenle, RF pulseleri bant genişliği, söz konusu kısıtlamalardan daha fazla etkilenir ve düzlem içi artefakt azaltma, daha verimli bir teknik olarak karşımıza çıkar.

### VAT\* (Görüntü Açısını Çevirme)

VAT, düzlemsel bozulmaları telafi edebilecek, değiştirilmiş bir görüntü alma sekansı şemasıdır. Bu teknik, turbo spin echo (TSE) sekansına kolayca uyarlanabilir.

#### Ne yapılır:

Geleneksel çıktı okuma gradyanıyla eş zamanlı olarak kesit seçim yönünde ek bir çıktı okuma gradyanı tatbik edilir. Bu gradyanın amplitüdü, uyarım RF pulseleri sırasında tatbik edilen gradyanın amplitüdüne eşittir.

#### Ne anlama gelir:

Ek gradyan, kesitler açılı bir şekilde görünüyormuş gibi, görüntülenmiş piksellerin kırılmasına neden olur. Farklı bir bakış açısıyla bakılacak olursa, VAT gradyanı, uyarılmış tüm spinleri RF bant genişliğine geri getirir ve bu sayede lokal, rezonans dışı etkiler kesin bir şekilde devre dışı kalır. Bu sayede çıktı yönündeki piksel kayması tamamen telafi edilir.

#### Etkiler:

Düzlemsel bozulmalar, daha kesin belirtmek gerekirse, çıktı yönündeki bozulmalar düzeltilir. Ancak VAT, 2 ayrı etki nedeniyle görüntünün bulanıklaşmasına

neden olabilir. Bu etkilerden biri, kenarların kesim yönü boyunca bulanıklaşmasına neden olan geometrik kesit kırılmasıdır (Şekil 3).

Bu etki, ince kesitler ve yüksek çözünürlük kullanılarak azaltılabilir. Bulanıklaşmaya neden olan ikinci etki ise, ilave VAT gradyanı nedeniyle sinyal çıkışına eklenen alçak geçiren filtredir. Bu etki, kısa çıktı süresiyle minimize edilebilir.

### SEMAC\*\* (Metal Kaynaklı Yapay Görüntü Düzeltme için Kesit Şifreleme)

SEMAC, 2 boyutlu bir TSE sekansına dayanır. Düzlem içi görüntü bozulmalarını düzeltebilmek için ek bir şifreleme boyutu kullanılır.

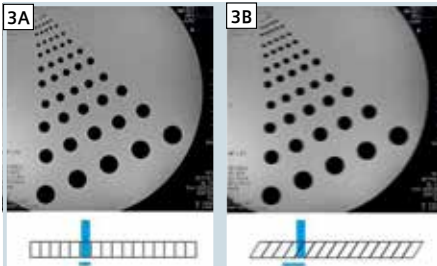
#### Ne yapılır:

Her kesit, 3 boyutlu bir taramaya çok benzer bir şekilde üçüncü boyutta ek faz şifrelemesine tabi tutulur. Kesit profilinin nasıl bozulduğuna dair bilgi sunan bu yöntem sayesinde, görüntü düzlemine dik olarak kayan sinyal, görüntü rekonstrüksiyonu sırasında tarama sonrası işleme tabi tutularak düzeltiler.

#### Etkileri:

Genelde yüksek bant genişlikli parametrelerle verimli bir şekilde işlenemeyen düzlem içi artefaktlar bu sayede düzeltiler. Özellikle, tam diz veya kalça protezi gibi büyük metal yapıların görüntülenmesi üzerindeki çalışmalar devam ediyor. Bu yöntem, çok büyük zaman kaybına yol açar. Kısmi Fourier ve paralel görüntüleme gibi gelişmiş düşük hızda örnekleme tekniklerinin kullanımına rağmen, rutin uygulamalar için makul tarama sürelerine ulaşmak son derece güçtür.

\*510(k) beklemede. Henüz ABD veya başka ülkelerde satılmamaktadır. \*\*WIP: Çalışmalar devam etmektedir. SEMAC, henüz geliştirilme aşamasındadır. SEMAC, henüz ABD'de satılmıyor olup gelecekteki erişilebilirliği de garanti edilemez.



3 Kesit kırılması kaynaklı VAT\* görüntü bulanıklığı: (3A) VAT'siz görüntü: dikey yapının (dikey mavi çizgi) sinyali, pikselde (yatay mavi çizgi) çok iyi lokalize olmuştur; (3B) VAT'li bulanık görüntü: Dikey yapı, çoklu pikselin üzerinde kırık bir şekilde görünür.

#### Yasal Uyarı

Metalik implantlı hastaların MR görüntülemesi, beraberinde belirli bazı riskler getirmektedir. Ancak bazı implantların MR açısından güvenli olduğu ilgili yasal merciler tarafından onaylanmıştır. Bu tip implantlar için ilk cümlede yapılan uyarı geçerli olmayabilir. Koşullarınıza özgü bilgi için lütfen implant üreticinize başvurunuz. MR güvenliği koşulları, Siemens'in değil implant üreticisinin sorumluluğundadır.



# “Cihaz parkurumuz yurtdışıyla rekabet edebilecek boyutlara ulaştı”

“Özellikle karaciğerdeki tümörlerin öldürülmesi için RF ablasyon dediğimiz dışarıdan müdahaleyle tümörün yakılması ya da yine anjiyografik yöntemle girilip radyonüklit materyalle lokal radyoterapi yapılması, girişimsel radyolojinin önünü açan yöntemler olarak ön plana çıkıyor.”

Prof. Dr. Cem Balcı

İstanbul Bilim Üniversitesi Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Cem Balcı bir yandan burada dersler verip asistanlar yetiştirirken, diğer yandan da Florence Nightingale Hastanesi'nde görev yapıyor. Radyoloji alanında Türkiye, Almanya ve ABD'de eğitim gören Prof. Balcı'yla

ülkemizde radyolojinin durumunu ve dünyada yaşanan gelişmeleri görüştük.

**Uzmanlık alanı olarak neden radyolojiyi seçtiniz?**

Yeniliklere açık, teknik olanakları fazla, teknolojinin çok hızlı geliştiği bir branş

olduğu için radyolojiyi seçtim. Teknolojiyle tıbbi bir arada yürütebileceğiniz bir branştır radyoloji.

**Peki uzmanlığınızı neden yurtdışında yapmayı tercih ettiniz?**

O dönemde yurtdışında teknoloji çok daha hızlı geliyordu. Araştırma olanakları da bizden biraz daha fazlaydı. Araştırmalara buradakinden daha fazla ödenek ayrılıyordu. Bu da akademisyenlere daha iyi gelişim imkanı sağlıyordu. Yurtdışında kısmen araştırma görevlisi olarak çalıştım, kısmen de oradaki öğrencilere ve asistanlara ders verdim.

**Sizin eğitime gittiğiniz dönemdeki Türkiye ile bugünkü Türkiye arasında radyoloji açısından nasıl farklar var?**

1990'lı yıllarda Türkiye ile ABD ve bazı Avrupa ülkeleri arasında radyoloji teknolojileri açısından bariz farklar vardı ama o fark giderek kapandı. Artık yenilikler Türkiye'ye çok daha hızlı geliyor. Hem ülkemizin teknolojik olarak gelişmesi hem de kişi başına düşen milli gelirin artmasıyla özel hastaneler ve devlet hastaneleri yeni cihaz alımına hız verdi. Dolayısıyla cihaz parkurumuz yurtdışıyla rekabet edebilecek boyutlara ulaştı.

**Peki bu gelişmeler eğitime yansıyor mu?**

Elbette. Türkiye eğitim açısından da eskisine göre çok daha iyi bir konuma geldi. Radyoloji ihtisası yapan genç hekimlerin hem vaka görme hem de bu vakaları daha modern cihazlarla görüntüleme olanakları arttı.





**Bazı kesimlerin, radyolojik modalitelerin çok fazla kullanıldığına dair iddiaları var. Sizce radyolojik görüntüleme yöntemleri efektif şekilde kullanılıyor mu?**

Bu anlamda Türkiye'nin durumu dünyadakinden pek farklı değil. Bilgi-görgü açısından Türkiye ile dünya arasında ciddi bir fark kalmadı artık. Sadece organizasyon açısından biraz fark olabilir. Yurtdışında sağlık organizasyonu daha iyi. Dünyada ve Türkiye'de radyoloji modalitelerinin yoğun şekilde kullanılmasının iki nedeni var: Öncelikle, acilden gelen vakalarda ve polikliniklerde hekimler yanlış ya da eksik sonuca varmamak için görüntüleme

tekniklerinden mümkün olduğu kadar yararlanıyorlar. Bu tamamen hastaya karşı duyulan sorumlulukla ilgili. İkinci neden de bilhassa özel hastanelerde hastalardan bu yönde talep gelmesi. Kanser paranoyası, kalple ilgili invazif işlemler yerine radyolojik yöntemlerin tercih edilmesi gibi gerekçeler var. Dolayısıyla bu tip görüntüleme metotlarının kullanımı artıyor. Türkiye'de ultrasonografik incelemeler çok revaçta. Bu da hastanın radyasyon almaması açısından iyi. Ama ultrasonda yanlış negatif sonuç çıkma olasılığı da var. Ben objektif, kesitsel görüntüleme yöntemlerinden tomografi ve MR'ı tercih ediyorum. Tomografi ile

MR arasında seçim yapmak gerekirse de kesinlikle MR'ı tavsiye ediyorum çünkü hem hasta radyasyon almıyor hem de çok daha detaylı görüntüleme yapılabilir. Böylece bir radyolog olası bir sorunu gözden kaçırması bile, objektif görüntüleme olduğu için bir başka meslektaşını yakalayabiliyor.

**Görüntüleme açısından batın bölgesinin diğer bölgelere göre ne gibi zorlukları var?**

Ultrasonografide şişman hastalarda, karnında gaz olanlarda solid organların görüntülenmesinde sorun çıkabiliyor. MR'da da hastanın nefes tutması zorsa sıkıntı olabiliyor. Bu açıdan tomografi, şişman ya da nefesini tutamayan hastalarda daha iyi sonuç verebiliyor. Fakat görüntüleme kesinliği açısından da karşılaştırma yapmak gerek. Bu konuda yapılmış birçok karşılaştırmalı yayın var. Bunlardan biri de benim yayınam. MR ve tomografinin karşılaştırıldığı bu tür araştırmalarda, MR'ın verdiği detaylı tomografinin veremeyebileceği görülüyor. Yani MR batında, özellikle de karaciğer görüntülemede tomografiye göre daha üstün.

**Radyolojinin tanıdaki rolünden söz ettik. Tedavideki rolünü nasıl tanımlarsınız?**

Özellikle karaciğerdeki tümörlerin öldürülmesi için RF ablasyon dediğimiz dışarıdan müdahaleyle tümörün yakılması ya da yine anjiyografik yöntemle girilip radyonüklit materyalle lokal radyoterapi yapılması, girişimsel radyolojinin önünü açan yöntemler olarak ön plana çıkıyor.

**Sizce son dönemde radyolojide yaşanan en önemli gelişmeler nelerdir?**

Cihaz bazında en önemli gelişme, mevcut tomografi cihazlarının hızlanması ve dedektör sayılarının artması. Böylece çok daha kısa sürede görüntü elde ediliyor. Tüpün rotasyon hızının da artmasıyla birlikte hastaların bilgisayarlı tomografide aldıkları radyasyon miktarı azaldı. Kalp gibi çok hızlı görüntüleme yapılması gereken organlarda, örneğin bilgisayarlı tomografiyle koroner anjiyografi gibi uygulamalarda kalbi çok hızlı atan hastalarda da detaylı görüntüleme mümkün oldu. Ayrıca bazı görüntüleme algoritmalarıyla radyasyon dozu düşürüldü.

Eskiden, örneğin batında 500 direkt grafi kadar radyasyon alan hasta, yeni geliştirilip piyasaya sürülme aşamasında olan algoritmalarla belki 10-15 direkt grafi kadar radyasyon alacak. Bunun dışında PET'in MR'la entegrasyonu söz konusu. PET'te alınan cevapların ya da görüntülerin MR'la füzyon haline getirilmesi sonucu, MR'dan alınacak ekstra detaylı bilgiyle kanser hastalarında çok daha detaylı bilgi edinilebilecek. Bu bize ileride moleküler görüntüleme hem PET'ten hem de MR'dan yararlanabileceğimiz ortak bir payda yaratacak. Katıldığım son RSNA Kongresi'nde de bu yenilikler ele alındı. Bence kongredeki en dikkat çekici konular bunlardı.

#### **PET-MR entegrasyonu yurtdışında kullanılıyor mu?**

Yurtdışında bu uygulama başladı. Örneğin ABD-St. Louis'deki Barnes-Jewish Hastanesi'nde ve Hamburg'da bir hastanede kullanılıyor. Türkiye'de henüz kurulmadı ama almak isteyen hastaneler var.

#### **RSNA Kongresi'ne katılan ülkelerde durum nedir?**

Ülkelerin gelir seviyesi arttıkça teknoloji parkuru da gelişir. Hindistan'da, Çin'de, bazı Arap ülkelerinde de artık son teknolojiler yakından takip edildiği için ülkeler arasında fazla teknolojik fark kalmadı. Oralarda yapılan çalışmalar da zaten bu gelişimi yansıtıyor. Kongrede ABD, Almanya gibi bu işe çok para harcayan ülkelere gelen araştırmalar tabii ki çok daha fazlaydı ama başka ülkelere de araştırmalar sunuldu.

#### **Mesleğiniz açısından teknolojiye en büyük beklentiniz nedir?**

Doku spesifik moleküler görüntülemenin MR vasıtasıyla da yapılabilmesi en büyük beklentim. PET'te moleküler görüntüleme yapılıyor ama hasta radyoaktif materyal alıyor. Bunun yerine bu işlemin MR'la yapılabilmesi, fonksiyonel incelemelerin MR'da daha rahat gerçekleştirilebilmesini bekliyorum. MR süresinin kısılması da beklentilerim arasında. MR cihazlarının biraz daha ferah olması da hasta konforu açısından önemli. Bu konuda geçtiğimiz yıllarda adımlar atılmaya başladı, tünel çapı artırıldı.

#### **Hastanenizin radyoloji bölümünde en yoğun kullandığınız cihaz nedir?**

En çok MR'ı kullanıyoruz. Koroner problemi olan hastalar check-up istiyorsa da yeni Florance Nightingale hastanesindeki Siemens çift dedektörlü tomografi cihazı kullanılıyor. Günde 18-20 hastanın MR'ını çekiyoruz. 10-12 hastanın da tomografisini çekiyoruz. Hastalar da tomografideki radyasyon konusunda artık bilinçlendikleri için MR'ı ya da ultrasonu tercih ediyorlar.

#### **Hastanenizde kullandığınız Siemens ürün ve çözümleri size ne tür faydalar sağlıyor?**

Burası bir onkoloji hastanesi. 1,5 Tesla cihazımızı onkolojik görüntüleme yönünde yükselttik (upgrade). Mevcut magneti aynı şekilde tutarak gradient sistemini artırdık ve kanal sayısını çoğalttık. Böylece hasta içeri girdiğinde tüm vücudunu kesintisiz görüntüleyebiliyoruz. İleride PET-MR'da görebileceğimiz şekilde tüm vücudu görmemizi sağladı. Kullandığımız difüzyon tümör inceleme yöntemiyle, tedaviye verilen cevabı tüm vücut bazında

değerlendirebiliyoruz. Bunun PET CT'ye göre avantajı şu: Tümör beyne sıçramışsa çok daha detaylı görüntüleyebiliyoruz. Ayrıca kemik iliğini, tüm spinal vertebraları ve diğer kemikleri görüntüleyebiliyoruz. Siemens cihazlarla çok daha net görüntü alıyoruz. Hastanın tüm vücudunu 40-50 dakika içinde kanser taraması ve tedaviye cevabı açısından değerlendirebiliyoruz. Bunun dışında iki program değişikliği daha yaptık. Yeni programlar aldık bu upgrade'le. Tümör fonksiyonel MR incelemesi yapabiliyoruz. Tümör dokuları vaskülarizasyonunu kantifiye ederek tümör olup olmadığını tespit ediyoruz. Tedavi sonucunda da vaskülarite azaldığı için hastanın tedaviye olumlu cevap verip vermediğini görebiliyoruz. Bunu özellikle erkeklerde prostat, kadınlarda da meme kanseri için kullanıyoruz. Buna ek olarak Siemens 3 Tesla platformlarında da bu işlemleri daha detaylı yapma olanağı sağlıyor. Ayrıca tünel daha geniş, hasta konforu açısından önemli bu. Bir de tek gerçek entegre PET-MR'ı Siemens bulduğu için radyolojiye büyük hizmet verdiğini düşünüyorum.



#### **Prof. Dr. Cem Balcı kimdir?**

1965 yılında İstanbul'da doğdu. 1984 yılında Alman Lisesi'ni bitirdikten sonra İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi'ne girdi. 1990'da buradan mezun oldu ve Almanya'ya giderek iki yıl süreyle farmakoloji doktorası yaptı. 1993-1997 arasında Münih Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde radyoloji alanında

ihhtisasını aldı. Türkiye'ye dönünce özel sektörde 1 yıl çalıştı ve ardından ABD'ye giderek North Carolina Üniversitesi'nde batın radyolojisi konusunda üst ihhtisas yaptı. Bu eğitimini de tamamlayıp Türkiye'ye döndü. Florence Nightingale Hastanesi'nde bir süre çalıştıktan sonra doçentliğini alarak Kocaeli Üniversitesi'ne gitti. 1,5 yıl burada çalıştı ve ardından yine ABD'ye döndü. St. Louis Üniversitesi'nde 5 yıl profesörlük yaptı. Halen İstanbul Bilim Üniversitesi'nde Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı olarak görev yapıyor. Ayrıca hem üniversite hastanesinde hem de Florence Nightingale Grubu bünyesindeki hastanelerde çalışıyor. Prof. Dr. Cem Balcı'nın 70'i aşkın yayını bulunuyor. Ayrıca çeşitli dergilerde hakemlik ve Journal of Magnetic Resonance Imaging (JMIR) Editörler Kurulu üyeliği yapıyor. Prof. Dr. Balcı 2009-2011 ve 2012 yıllarında Journal of Magnetic Resonance Imaging (JMIR) Dergisi Platin Editör ödülünü kazandı.



The Siemens logo is displayed in a bold, teal, sans-serif font. It is positioned in the top left corner of the advertisement, above a white horizontal bar. The background of the entire advertisement is a dark, high-contrast image of a human brain with colorful, fiber-like structures representing neural pathways, overlaid on a blurred image of a person's face. On the left side, there is a vertical strip showing a computer interface with various icons and text, including 'Default', 'Pages', and 'MAGNETOM Prisma'.

[www.siemens.com/prisma](http://www.siemens.com/prisma)

# MAGNETOM Prisma\* ile fonksiyonel süreçleri ve en tehdit edici hastalıkları anlamak

Yeni geliştirilen güçlü 3T MRI sistemimiz MAGNETOM Prisma, günümüzün ve geleceğin en zorlu araştırma taleplerine yanıt vermek amacıyla tasarlanmıştır. Uzun süren yüksek gerilimli koşullarda maksimum performans sağlayarak, fonksiyonel süreçlerin görüntülenmesinde ve en tehdit edici hastalıkların anlaşılmasında yeni olanaklar yaratır. MAGNETOM Prisma'nın birçok yüksek performans özelliğinden sadece biri, yeni gradyent sistemidir. Daha yüksek gradyent gücü ile sinyal-gürültü oranını belirgin derecede artırır. Örneğin; fizyolojik görüntülemeyi veya morfometrik ölçümleri geliştirir. Daha yüksek uzamsal ve zamansal çözünürlükle, örneğin fonksiyonel ve yapısal beyin bağlantılarının

sergilenmesi gibi anatomik ayrıntıların mükemmel görüntülenmesi sağlanır. MAGNETOM Prisma, referans kabul edilen yüksek 3T magnet homojenitesine sahiptir. Bu da üstün kantitatif değerlendirmelerin temelini oluşturur. Yeni ve güçlü 3T sistemimiz, yeni araştırma alanlarına girmenize yardımcı olur ve MRG alanında liderliğinizi güçlendirir.

Gelin, MAGNETOM Prisma'nın gücünü inceleyin ve neler yapabileceğinizi kendiniz görün.

\* MAGNETOM Prisma halen geliştirilme aşamasındadır; ABD ve diğer ülkelerde satılmamaktadır. Gelecekte kullanıma sunulacağı garanti edilemez.

**Answers for life.**



# iTRIM tekniğini kullanarak koroner-vertebral subklavyan steal sendromunun teşhisi

PG Pedro, MD,\* P Oliveira, RT,\* P Coelho, RT,\* L Pereira, RT,\* D Jesus, RT,\* H Pereira, RT,\* J Ramalho, RT,\* J Costa, RT,\* A Chaves, RT\*\*

\* Radyoloji ve Kardiyoloji Departmanı, SAMS Hastanesi, Lizbon, Portekiz

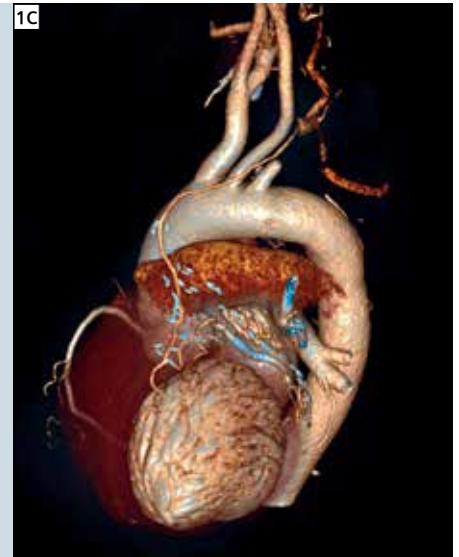
\*\* Siemens Sağlık Sektörü, Portekiz

## Hasta geçmişi

Çoklu kardiyovasküler risk faktörü (tip II diyabet, hipertansiyon, hiperkolesteremi, sigara içici) taşıyan 59 yaşındaki kadın hasta, 5 yıl önce anterior miyokardiyal enfarktüs (AMI) geçirmiş, sonrasında CCS sınıf II angina pectoris (göğüs ağrısı) şikayeti ortaya çıkmıştır. Kateterizasyon, kalbin sol ön kısmına inen arterin orta segmentinin tıkalı olduğunu ve sirkonfleks arterde (Cx) yüzde 80'lik bir lezyon bulunduğunu ortaya koydu. Bunun üzerine, LIMA'dan obtüs marjinal

damara radyal serbest greft ile birlikte sol ön kısma inen artere, sol iç mamari anastomoz destekli koroner arter baypas grefti (CABG) tatbik edildi. Ciddi risk faktörlerine rağmen hasta, yakın zamana kadar herhangi bir belirti göstermedi. 3 ay sonra, üst ekstremité egzersizi sırasında hastada orta şiddetli anjin ve baş dönmesi şikayeti görüldü. Bir ay sonra ise, lateral duvarda yeni bir AMI oluştu. Acil bir şekilde yapılmak zorunda kalan femoral kateterizasyon, Cx arterde trombotik oklüzyon bulunduğunu tespit etti. LAD

arterinde eski bir oklüzyon mevcuttu ve LIMA grefti kateterize edilemiyordu. Sağ koroner arter (RCA), normaldi. Sorunlu Cx artere primer anjiyoplasti gerçekleştirildi ve çıplak metal koroner stent başarıyla yerleştirildi. Hastada gözlenen göğüs ağrısı hemen giderilse de orta şiddetli anjin ve nefes darlığı şikayetleri bir hafta sonra tekrar başladı. Yapılan fiziki muayenede, hastanın sol kolundan nabız alınamadı. Bunun üzerine, kardiyak BT Anjiyografisi (CTA) gerçekleştirildi.



**1** Kalp ve büyük damarlar izole edilerek yapılan görüntü hacmi işleme rekonstrüksiyonu (VRT) işlemi, hastanın sol iç mamari arteri (LIMA) ve sol vertebral arteri içinden sol subklavyen arterde tıkanma olduğunu ve koltuk altı atardamarında retrograd dolgu bulunduğunu gösteriyor. Bu görüntülemelerde, koroner Cx stenti açık bir şekilde görüntüleniyor ve ayrıca radyal arter baypas greftinin tıkalı olduğu tespit ediliyor.

## İnceleme protokolü

| Tarayıcı                 | SOMATOM Perspective               |                                       |                                           |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|
| Tarama alanı             | Boynun ortasından diyaframa kadar | Kesit genişliği                       | 0,75 mm                                   |
| Tarama uzunluğu          | 250 mm                            | Temporal çözünürlük                   | 195 ms                                    |
| Tarama yönü              | Kraniokaudal, önce ayaklar        | Görüntü yeniden yapılandırma basamağı | 0,5 mm                                    |
| Tarama süresi            | 12 san.                           | Yeniden yapılandırma çekirdeği        | B26s ve B46s                              |
| Tüp gerilimi             | 130 kV                            | Nabız                                 | Dakikada 60 atış                          |
| Tüp akımı                | 289 mAs                           | Kontrast Maddesi                      | Iopromide 370                             |
| Doz modülasyonu          | CARE Dose4D                       | Hacim                                 | 100 mL kontrast + 60 mLsalin              |
| CTDIvol                  | 32,09 mGy                         | Akış hızı                             | 6 mL/san.                                 |
| DLP                      | 974 mGy cm                        | Başlangıç gecikmesi                   | 5 san. (Bölus izleme, 70 HU'da tetikleme) |
| Etkin doz                | 13,6 mSv                          |                                       |                                           |
| Rotasyon süresi          | 0,48 san.                         |                                       |                                           |
| Pitch                    | 0,27                              |                                       |                                           |
| Kesit kolimasyon aralığı | 64 x 0,6 mm                       |                                       |                                           |

## Teşhis

LIMA ve ipsilateral vertebral artere yakın, merkezinden sadece 1,8 cm uzaklıkta sol subklavyen arterde total oklüzyon tespit edildi. Söz konusu iki damar, dar kol atardamarına kan akışı sağlıyor (Şekil 1). Bu gerçeğe rağmen orta LAD ile güçlü bir anastomoz ile birlikte oldukça kaliteli bir LIMA görüntüsü elde edildi (Şekil 1A, C ve Şekil 2). Radyal (LIMA'dan OM'ye) anastomoz, tamamen tıkanmış durumdaydı. Sadece bir metal ataşın geçebileceği kadar bir yer görülebiliyordu (Şekil 1C). Cx stenti açık bir şekilde görülüyor ve herhangi bir restenoz belirtisi bulunmuyordu, RCA normaldi (Şekil 1 ve 2). Sağ kol-baş ana atardamarı ile sol karotid arterler de normaldi (Şekil 1). Sol ventriküler ejeksiyon fraksiyonu yüzde 53 olup, lateral duvarda apikal akinezi tespit edildi (Şekil 3). Sol atriyum (kulakçık) genişlemiş durumdaydı (Şekil 1B ve 3A). Tamamlayıcı görüntüleme tekniği olarak uygulanan tripleks Doppler taraması, sol vertebral arter akışının ters yönde olduğunu ortaya koydu. Tüm bu veriler ışığında konulan teşhis, vertebral subklavyan steal sendromuydu.

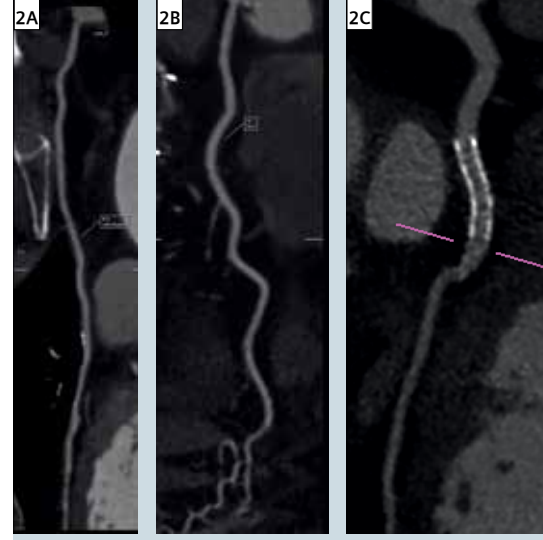
## Yorumlar

Koroner ve/veya vertebral subklavyan steal sendromu, önceden hafif-orta şiddette subklavyan ateroskleroz

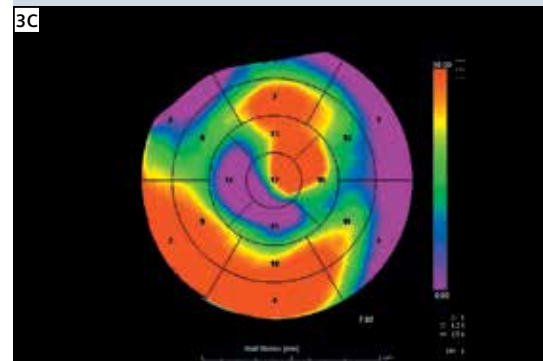
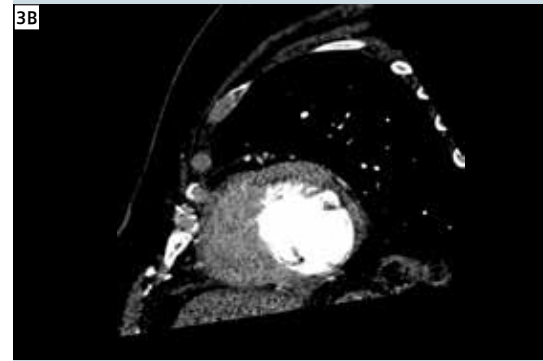
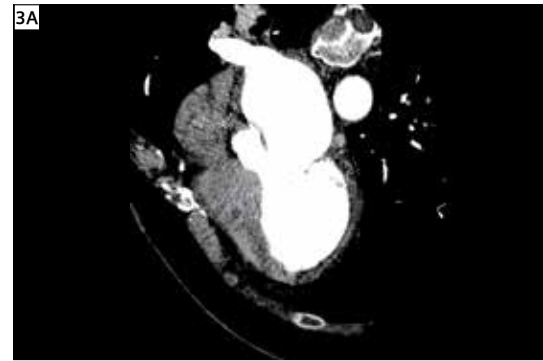
hastası olan kişilerde rastlanan, CABG prosedüründen sonra görülen, özellikleri iyi bilinen bir komplikasyondur. Söz konusu cerrahi müdahalenin subklavyan arterde lezyonların büyümesini hızlandırıp hızlandırmadığı net olarak bilinmiyor. Bunun ana nedeni, artan yerel akış ve bunun sonucunda oluşan endotel kayma gerilimidir. Burada söz geç hastada ameliyat öncesi ortaya çıkan, üst ekstremitedeki arteriyel basınçlar simetrikti. Zayıf risk faktörleri de subklavyan hastalığın gelişimine katkıda bulunmuş olabilir.

Çok iyi raporlanan bu vakada, kapsamlı bir anatomik görüntü elde etmek ve özellikle de gelecekteki olası bir cerrahi müdahale kararı için hazırlanmak üzere proksimal supra-aortik damarların görüntüsünü çekmek amacıyla boynun ortasından diyaframa kadar geniş bir alan kullanıldı. Sol karotid arterde hastalık bulunmadığı için sol karotid koltuk altına şant takılması önerildi.

iTRIM tekniğinin kullanıldığı Siemens SOMATOM Perspective, yüksek temporal çözünürlüklü, hızlı kardiyak CTA taraması yapılmasına imkan verdi. syngo.via sistemindeki hızlı görüntü hacmi işleme teknolojisi (VRT) ile birlikte, önemli anatomik detaylar elde edildi ve gelecekteki olası invazif çalışmaların önüne geçilebildi.



2 LIMA / LAD (2A), RCA (2B) ve Cx arterin (2C) yeniden oluşturulan çok düzlemli, eğimli görüntüleri (cMPR)



3 Dört odacıklı (3A) ve kısa eksenli (3B) görüntüler, sol ventriküler duvarın incelendiğini gösteriyor. Sol ventriküler duvar hareketinin polar haritası (3C)

# Siemens Miyabi sistemini kullanarak hepatoselüler karsinomanın tedavisi

Taku Yasumoto, MD, PhD,\* Katharina Otani, PhD\*\*

\* Toyonaka Belediye Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Osaka, Japonya

\*\* Siemens Japan K.K., Sağlık Sektörü H İM, Araştırma ve İşbirliği Departmanı, Tokyo, Japonya

## Hasta geçmişi

Hepatit C rahatsızlığı olduğu bilinen, 71 yaşındaki erkek hasta, yıllık check-up için hastanemize geldi. Hasta üzerinde yapılan, 4-fazlı karaciğer BT analizi, hastada 3 cm çapında hepatoselüler karsinom (HCC) bulunduğunu ortaya koydu. Hasta için transarteriyel kemoembolizasyon (TACE) ve daha sonrasında radyofrekans ablasyonu öngörüldü.

## Teşhis ve tedavi

Tüm prosedürler, hareketli BT gantrisi (SOMATOM Definition AS) ve bir anjiyografi sisteminden (Artis zee tavana monteli sistem) oluşan Miyabi sistemi ile gerçekleştirildi. Tedavi başlamadan önce HCC teşhisini teyit etmek için arteriyel portografi (CTAP, Şekil 3C) gerçekleştirildi. Kontrast maddesi, süperiyor mezenterik artere (SMA) doğru iletilen bir kateter aracılığıyla hastaya enjekte edildi. Tümör besleyen arterler, sol (LHA, Şekil 1A) ve sağ hepatik arterlerdi (RHA, Şekil 2A). Her iki arterde, 4. segment seviyesinde son derece seçici bir anjiyogram ve embolizasyon gerçekleştirildi (Şekil 1B ve 2B). Hastalığı teyit etmek için ortak hepatik arterden (CHA), takip amaçlı ikinci bir anjiyogram yapıldı (Şekil 1C ve 2C). Tüm prosedür, 120 dakika içinde başarıyla tamamlandı. Lipiodol® adlı maddenin tümörün tamamında tutulduğunu teyit etmek için kontrast madde enjeksiyonsuz bir BT taraması gerçekleştirildi (Şekil 4). Bir

hafta sonra gerçekleştirilen RFA prosedürü (Şekil 5) de 75 dakika içinde başarılı bir şekilde tamamlandı. Hasta, herhangi bir komplikasyon olmadan iyileşti.

## Yorumlar

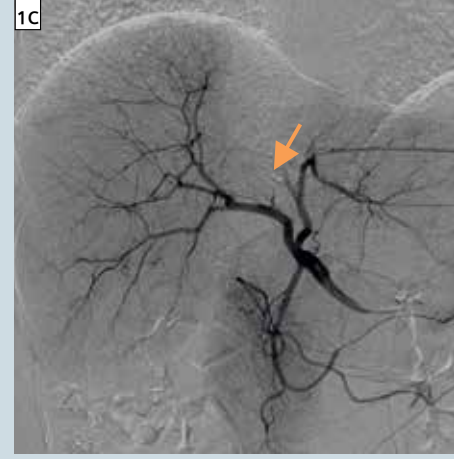
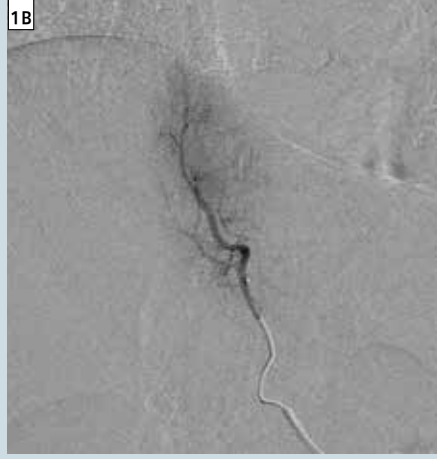
Anjiyografi ünitesi ve hareketli BT gantri ünitesinden oluşan Miyabi sistemi, entegre bir sistemdir. İki üniteye ortak olarak kullanılan hasta masası, kateterlerin yerinden çıkma riski olmaksızın hastaların bir üniteden diğerine hızlı bir şekilde taşınmasına yardımcı olur. Anjiyografi, kan damarlarının detaylı görüntülenmesi için gerekli yüksek uzaysal çözünürlüğü sunarken, BT sistemi ise tümörün gelişimini takip etmek ve Lipiodol® adlı maddenin TACE prosedüründen sonra tümörün tamamında tutulduğunu teyit etmek için gerekli kontrast çözünürlüğünü sunar. CTAP tekniği (toplam hacim: 50 mL, 2,5 mL/san. hızında 150 mg/mL iyot, hastaya bağlı, 25 saniyelik başlangıç gecikme süresi, kontrast maddesi ve salin çözeltisinin karışımı olarak ikili enjektörle enjekte edilir), kontrast maddeli standart bir BT taramasına (100 mL, 4 mL/san. hızında 370 mg/mL) göre çok daha az kontrast maddesi kullanarak daha yüksek kalitede damar görüntüleri elde edebilir. Bu vakadaki bir diğer zorluk ise tümörün bulunduğu özel yerden kaynaklanıyordu. Tümör, hemen diyaframın altında, safra kesesinin üstünde bulunuyordu. Akciğer veya safra kesesinde oluşabilecek

potansiyel komplikasyonları önlemek için RFA prosedürünün giriş yoluna dair kritik bir karar alınması gerekiyordu. BT monitörüne yansıyan görüntülerle 3 boyutlu görüntüleme, minimum düzeyde invazif bir prosedürün gerçekleştirilmesi açısından son derece faydalı oldu.

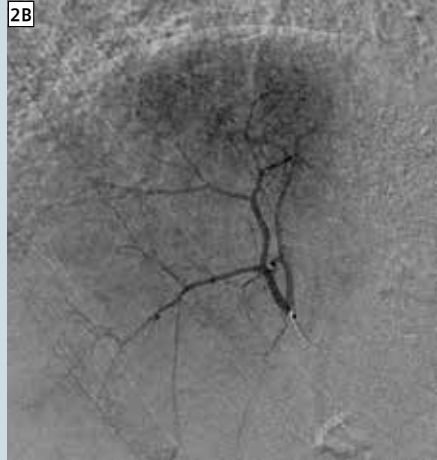
## İnceleme protokolü

| Tarayıcı                              | SOMATOM Definition AS Hareketli Gantri |
|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Tarama alanı                          | Abdomen                                |
| Tarama konumu                         | CTAP                                   |
| Tarama uzunluğu                       | 206 mm                                 |
| Tarama süresi                         | 4,5 san.                               |
| Tarama yönü                           | Kraniokaudal                           |
| Tüp gerilimi                          | 120 kV                                 |
| Tüp akımı                             | 126 mAs (etkin)                        |
| CTDIvol                               | 10,46 mGy                              |
| DLP                                   | 240 mGy cm                             |
| Etkin doz                             | 3,6 mSv                                |
| Rotasyon süresi                       | 0,5 san.                               |
| Kesit kolimasyon aralığı              | 64 x 0,6 mm                            |
| Yeniden oluşturulan kesit genişliği   | 1 mm                                   |
| Görüntü yeniden yapılandırma basamağı | 1 mm                                   |
| Yeniden yapılandırma çekirdeği        | 130f, SAFIRE                           |
| Kontrast Maddesi                      | 150 mg/mL iyot                         |
| Hacim                                 | 50 mL                                  |
| Akış hızı                             | 2,5 mL/san.                            |
| Başlangıç gecikmesi                   | 25 san.                                |

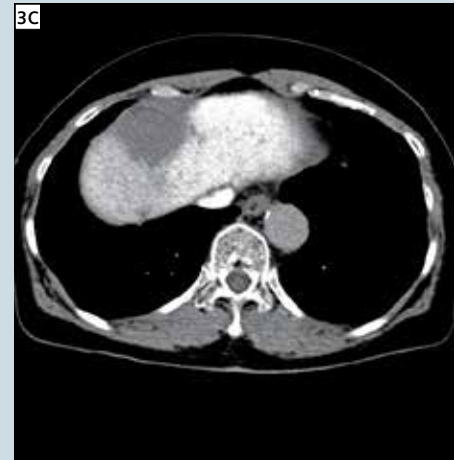
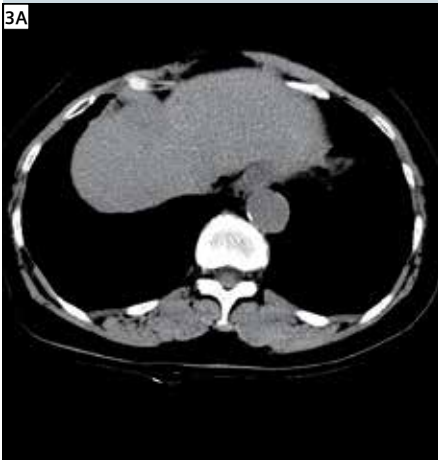




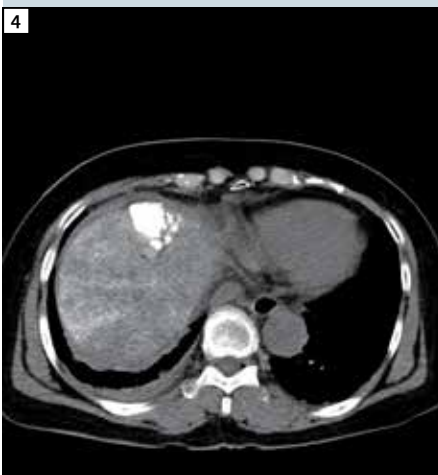
**1** CHA anjiyogramı (1A), LHA'den gelen besleyici arteri gösterir. 4. segment düzeyinde son derece seçici anjiyogram ve embolizasyon (1B) gerçekleştirildi ve sonuçlar CHA anjiyogramı ile teyit edildi (1C, ok ile gösterilen).



**2** RHA anjiyogramı (2A), RHA'dan gelen başka bir besleyici arteri gösterir. 4. segment düzeyinde son derece seçici anjiyogram ve embolizasyon (2B) gerçekleştirildi. İki besleyici arterin 4. segment düzeyindeki (LHA, 2C, ok ile gösterilen ve RHA, 2C, aralıklı ok ile gösterilen) embolizasyonu, CHA anjiyogramı ile teyit edildi.



**3** Kontrast maddesiz (3A), arteriyel faz (3B) ve CTAP (3C) BT görüntüleri, tümörün gelişimini gösterir. CTAP görüntüsü, yumuşak doku kontrastını çok daha iyi gösterir.



**4** Kontrast maddesiz BT görüntüsü, Lipiodol adlı maddenin tümörün tamamına yayıldığını teyit eder.

**5** BT görüntüleri, RFA prosedürü için kritik bir giriş yolu tespit etti.

# syngo SPACE ile 3 boyutlu muskuloskeletal MR görüntüleme

Makalede muskuloskeletal MR taramalarında *syngo* SPACE ve T1 ağırlıklı protokollerle yaşanan deneyimler aktarılıyor. *syngo* SPACE, rutin MSK protokollerine uygun bir alternatif olarak değerlendirildi.

Mike Notohamiprodjo, M.D.

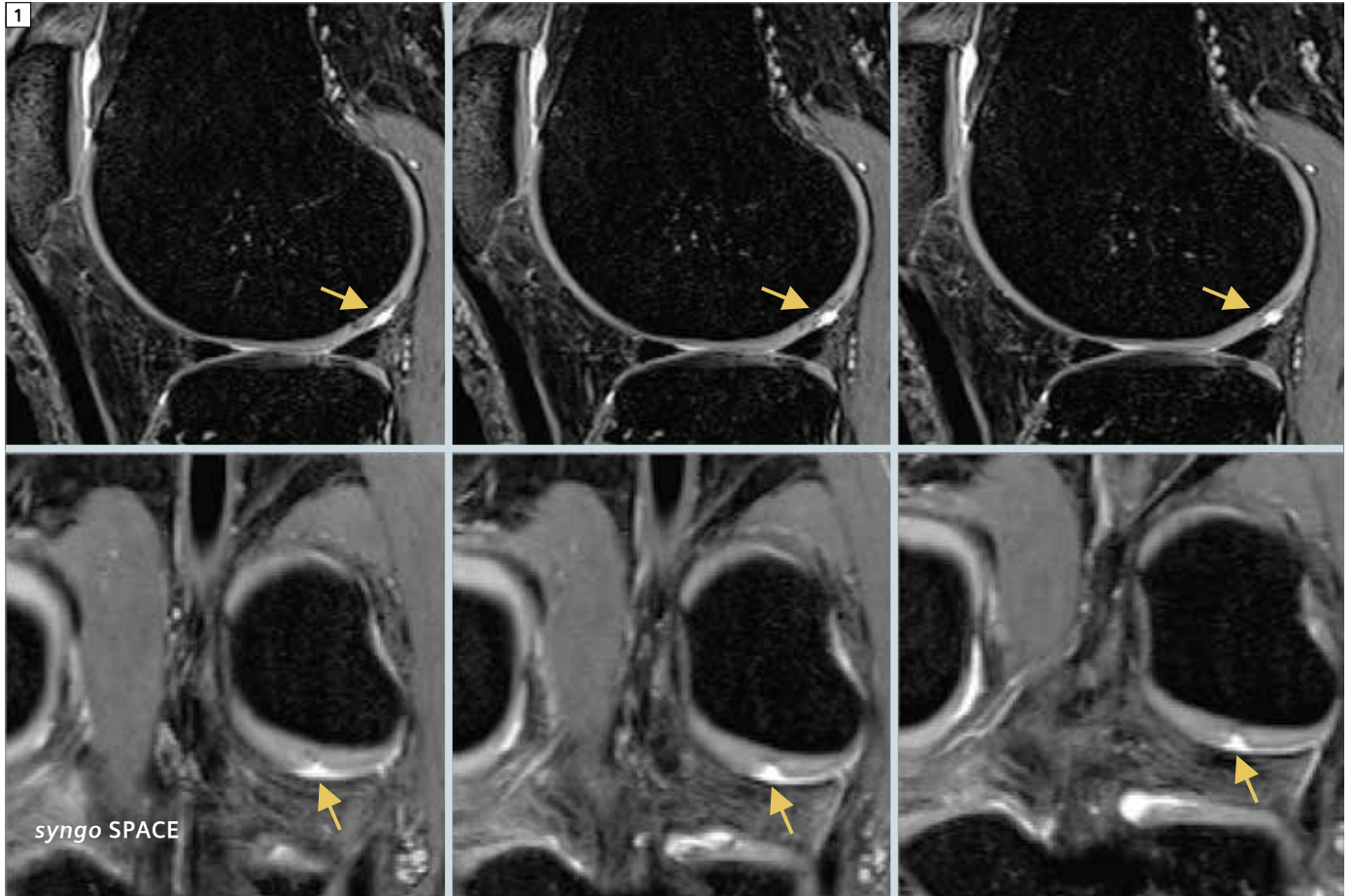
Klinik Radyoloji Departmanı, Münih Üniversite Hastanesi, Münih, Almanya

## Arka plan

Mükemmel yumuşak doku kontrastı nedeniyle MR, muskuloskeletal (MSK) görüntülemeye en çok tercih edilen

tekniktir. Bu teknik, kemik iliği ile lifli, ligamentöz ve kıkırdaksı yapılar ve periartiküler yumuşak dokuları mükemmel bir şekilde görüntüler. Ancak tendon ve

bağ dokuları gibi birçok anatomik yapı oblik durur. Bu nedenle bu yapı ve lezyonların (sinyal değişimleri) standart düzlemlerde iki boyutlu (2-D) sekanslarla görüntülenmesi



**1** Detay: 3. derece yırtık-dorsal lateral femoral kemik ucunda kıkırdak sakatlığı. 52 yaşındaki kadın bir hastanın sol diz: Kıkırdak sakatlığı, kısmi hacim etkileri nedeniyle 2 boyutlu TSE taramasında (üst sıra, ok ile gösterilen) büyük oranda gizli kalmış ve gözden kaçırılmış. 2 boyutlu FSE taramasında sadece bir kesitte görülen sakatlık, *syngo* SPACE ile yapılan taramada açıkça görülüyor. ([8] no'lu referansın izniyle)

ve değerlendirilmesi zordur. 3-5 mm'lik standart kesit kalınlığında<sup>1</sup> görüntü alımı, genelde, sinyal değişimlerini taklit edebilen kısmi hacim etkilerine maruz kalır. Görüntü kalitesi, anizotrop voksel boyutları ve geleneksel 2 boyutlu sekansların kesitler arası boşlukları nedeniyle sınırlı olsa da standart düzlemlerin üç boyutlu (3D) rekonstrüksiyonları, ilave sekansların bir alternatifidir<sup>2</sup>. Bu nedenle, kısmi hacim etkilerini azaltan ve kesitler arası boşlukları ortadan kaldıran izotropik kaynak veri setlerinin alımı tercih edilen bir yöntemdir, geçmiş çalışmalarda bu yöntemin uygun ve kullanışlı olduğu ortaya kondu<sup>3-9</sup>. Bu yaklaşım, özellikle küçük lezyonların anatomik olarak tanımlanması ve anlaşılmasında faydalı olabilir.

Çok kanallı ekstremite coilleriyle daha yüksek alan direnci, görüntü alımında zamandan tasarruf sağlar ve syngo SPACE (farklı flip açısı değişimleri kullanılarak, uygulamalar için optimum kontrastlı örnekleme mükemmelliği) gibi izotropik 3 Boyutlu Turbo Spin Echo (TSE) sekanslarının<sup>10, 11</sup> gerçekleştirilmesine imkan verir. 3 boyutlu bu sekanslarla tüm ilgi alanı, istenilen yönde ve kesit kalınlığında yeniden oluşturulabilir bir izotropik hacimle kapsanır. MSK görüntüleme için tercih edilen 3 boyutlu bu primer yaklaşım, T2 veya Proton Yoğunluk Ağırlıklı 3 Boyutlu TSE sekansının tatbik edildiği bazı çalışmalarda uygulandı<sup>7-9</sup>. Ancak yine de kapsamlı bir MSK protokolü için T1 ağırlıklı (T1w) kontrast gerekir. Bu makalede, muskuloskeletal MR taramalarında syngo SPACE ve T1 ağırlıklı protokollerle yaşadığımız deneyimler aktarılıyor.

## Dikkate alınması gereken teknik hususlar

Tablo 1'de örnek bir izotropik syngo SPACE protokolü sunuluyor. 3 boyutlu bloklar, tüm ilgili alanı kapsar, bu sayede söz konusu izotropik sekanslarda, supraspinatöz tendon veya ön çapraz bağlar gibi önemli anatomik yapılarda kesin bir yönlendirmeye gerek yoktur<sup>8</sup>. 3 boyutlu sekansların görüntü alma süresi, geleneksel 2 boyutlu sekansların görüntü alma hızıyla aynı veya en azından yakın bir değerde olmalıdır ki, bu sekansların uygulanmasının bir mantığı olsun. Görüntü alma süresiyle

görüntü kalitesi arasındaki denge, tüm MR tarama tekniklerinin ortak temel noktasıdır. 3 boyutlu TSE tekniklerindeki sorun da ya uzun görüntü alma süresi, ya da düşük çözünürlüktür. Uzun görüntü alma süresi görüntü kalitesini artırır, ancak hasta hareketlerinden kaynaklanan yapay görüntü oluşumu eğilimini güçlendirir. Görüntü alma süresini kısaltmak için k-alanı bazlı bir teknik olan syngo GRAPPA ile paralel görüntüleme gerçekleştirdik. Ortalama görüntü alma süresi, ilgili organa ve eklem büyüklüğüne göre 6-10 dakika arasında değişti<sup>7-9</sup>. Bu süre, yaklaşık olarak, geleneksel 2 boyutlu tekli anizotropik sekanslardan 2-5 dakika daha uzun olsa da

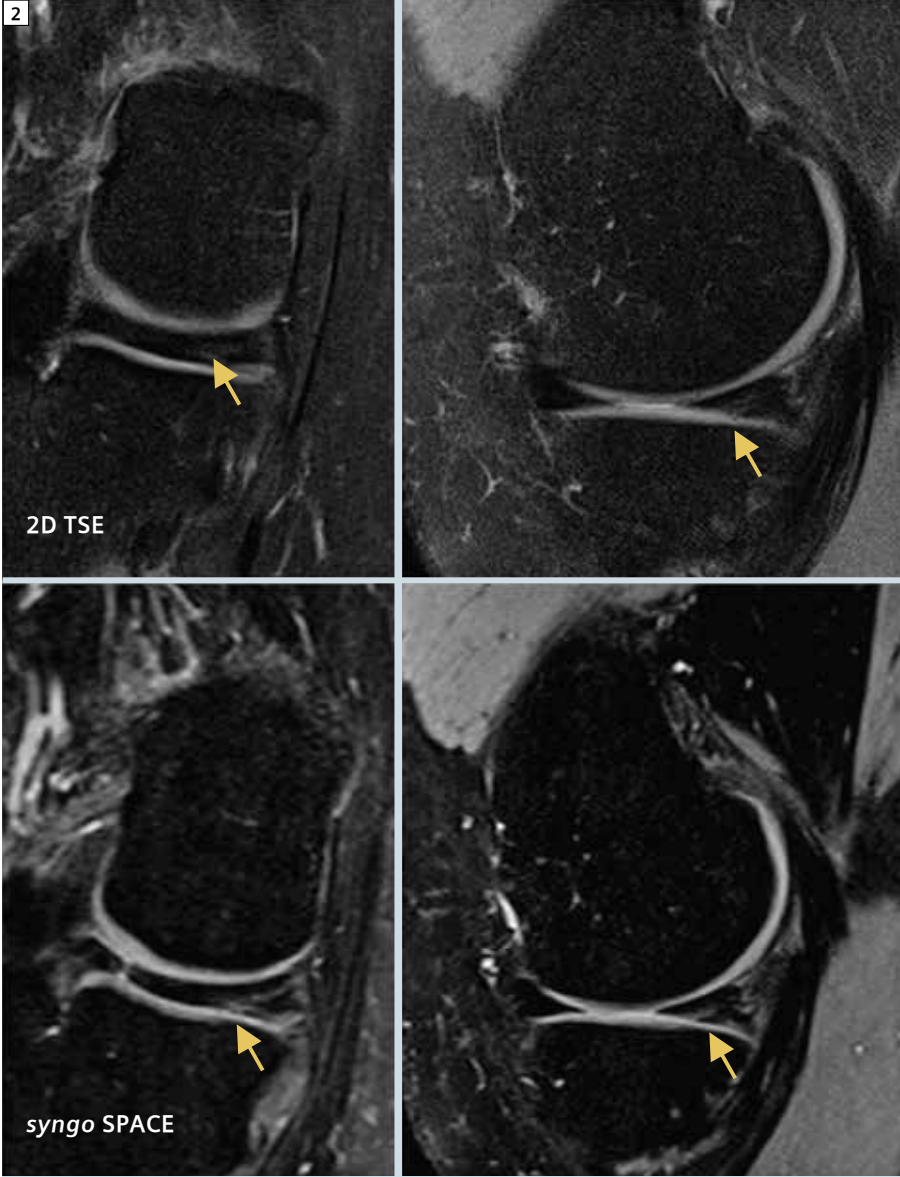
bu teknik, 3 farklı sekansla gerçekleştirilen görüntü alma prosedüründen çok daha hızlıdır. Hem geleneksel hem de 3 boyutlu sekanslarda birbirine benzer yapay görüntüler gözlemledik<sup>7-9</sup>. Gradient Echo sekanslarının aksine bu sekansta, metal obje görüntüleri, görüntü kalitesini olumsuz etkilemedi. syngo SPACE tekniğinin izotropik çözünürlüğü, görüntülerin çevrimiçi ortamda serbest ve gelişigüzel bir şekilde yeniden yapılandırılmasına imkan sağlar. Ancak sinyal kaynaklı kısıtlamalar veya PACS sisteminde 3 boyutlu rekonstrüksiyon özelliğinin olmaması nedeniyle, geçmişte yapılan bazı çalışmalarda, daha kalın

**Tablo 1: Sekans parametreleri**

| Parametre                         | T1w syngo SPACE | T2w syngo SPACE |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Oryantasyon</b>                | Koronal         | Koronal         |
| <b>TR (ms)</b>                    | 700             | 1100            |
| <b>TE (ms)</b>                    | 26              | 37              |
| <b>FA (°)</b>                     | 130             | 120-100-80      |
| <b>Matris</b>                     | 230 x 230       | 256 x 256       |
| <b>FOV (mm)</b>                   | 160 x 160       | 160 x 160       |
| <b>Kesit kalınlığı (mm)</b>       | 0,6             | 0,6             |
| <b>Kesit adedi (n=)</b>           | 120             | 120             |
| <b>Bant genişliği (Hz/pixel)</b>  | 543             | 430             |
| <b>Echo train uzunluğu</b>        | 142             | 30              |
| <b>PAT (R=)</b>                   | 2               | 3               |
| <b>Ortalama adedi</b>             | 1               | 1               |
| <b>Görüntü alma süresi (dak.)</b> | 6:24            | 6:43            |

TR = tekraralama süresi; TE = eko süresi; FA = flip açısı; FOV = görüş alanı; PAT = paralel görüntü alma tekniği (GRAPPA).





**2** Detay: 3. derece yırtık - Mediyal menüsküsün arka kısmındaki lezyon. 21 yaşındaki kadın bir hastanın sol diz. Mediyal menüsküsün arka kısmında bulunan 3. derece yırtık, syngo SPACE ile yapılan taramada açıkça görülüyor (alt sıra). Menüsküs yüzeyinin durumu, 2 boyutlu TSE (üst sıra) tekniğiyle yapılan taramada gizli kaldı ve lezyon, 2. derece bir yırtık olarak değerlendirildi. ([8] no'lu referansın izniyle)

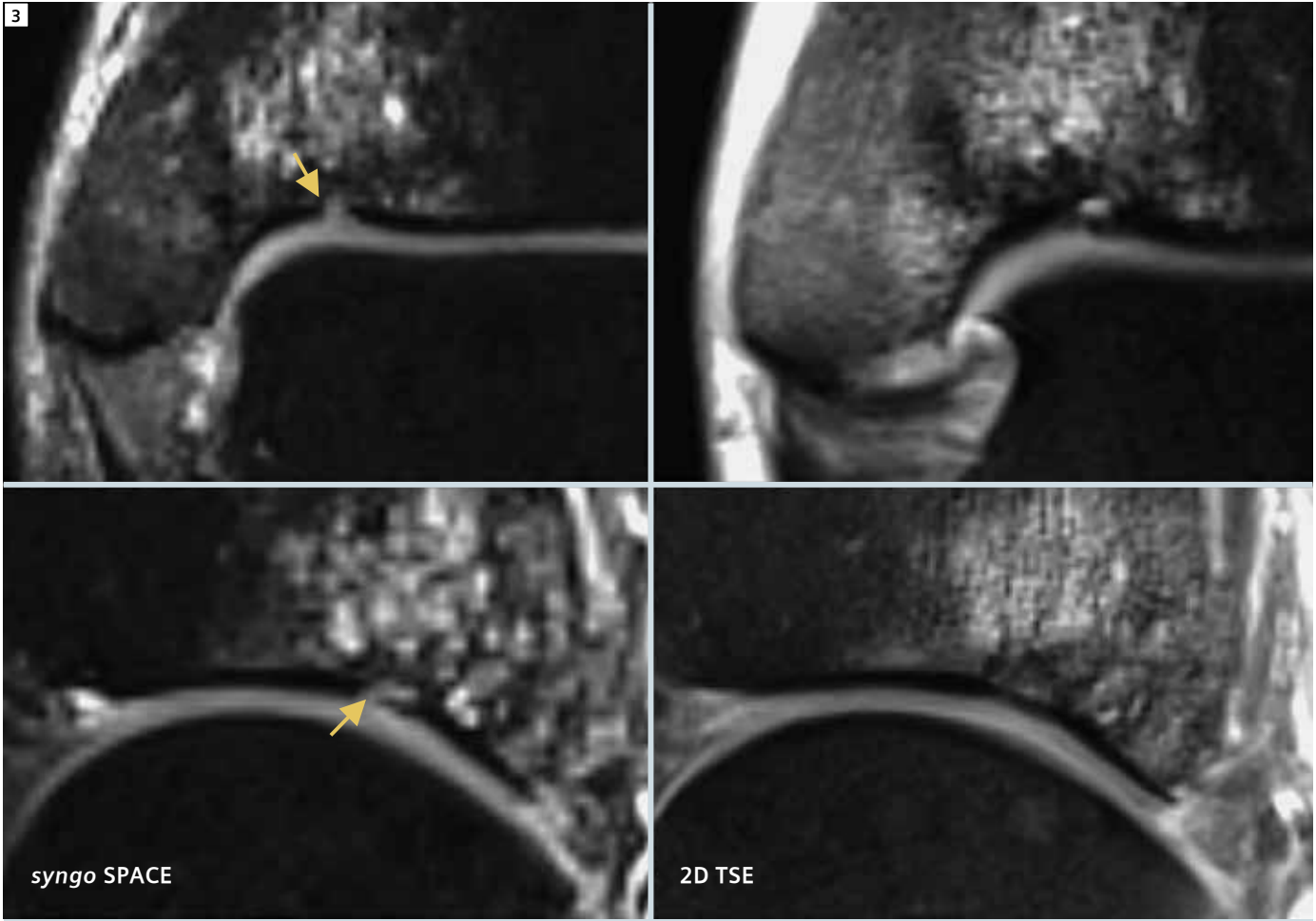
kesitlerde izotropik kaynak veri setleri standartlaştırıldı ve geriye dönük ve büyük zaman kaybına yol açan rekonstrüksiyon işlemleri yapıldı. Bu nedenle, bu sekans tekniğinin ana özellikleri feda edilmek zorunda kaldı<sup>3,8</sup>. Radyal k-alanı bazlı görüntü almayla eliptik tarama teknikleri, ilk olarak, yakın zamanda geliştirilen syngo SPACE sisteminde görücüye çıktı. Bu teknikler sayesinde syngo SPACE sistemi, mükemmel sinyal ve kontrast sunar<sup>7,9</sup>. Departmanımızda halihazırda orijinal 3 boyutlu veri setlerini değerlendirmek için PACS ve entegre görüntüleme yazılımı syngo.via'nın çevrimiçi 3 boyutlu rekonstrüksiyon özelliklerinden faydalaniyoruz. Bu sayede, rekonstrüksiyon işlemi için ek zaman ayırmamıza gerek yok<sup>9</sup>.

### Klinik uygulama

syngo SPACE protokollerini aslen 3T sisteminde (MAGNETOM Verio, Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya) diz, omuz ve bilek gibi eklem yerlerinin MR analiziyle, çenedeki kemik iliği değişiklerinin değerlendirilmesine (bunun için sadece T1w kullanılıyor) yönelik çok kanallı özel bobinleri birlikte kullanıyoruz. Önceden yayınlanmış çalışmalarımızda, ortalama T2 ağırlıklı bir sekansın diz ve bileğin kısa sürede izotropik değerlendirmesi için uygun olduğunu gösterdik<sup>7,9</sup>. Dizle ilgili olarak syngo SPACE sisteminin, femoral troklea kırıkdağı ve menüsküs kökü bağ dokularının gösterimi açısından geleneksel 2 boyutlu sekanslardan çok daha üstün olduğunu ortaya koyduk<sup>7,8</sup>.

Femoral troklea, periferik kemik uçları veya talustaki küçük lezyonlar, syngo SPACE sistemiyle, geleneksel bir sekansa kıyasla çok daha yüksek bir tanılal kesinlikle hızlı bir şekilde görüntülenebilir (Şekil 1). Ancak, syngo SPACE ile ilave çok az sayıda kırıkdağı ve menüsküs lezyonu tespit edildi. Bunun temel nedeni, düzlemler arasındaki kısmi hacim etkilerinin azalmasıydı. Menüsküs lezyonlarına yönelik hassasiyet, syngo SPACE sisteminde geleneksel 2 boyutlu sekanslara kıyasla çok daha yüksekti (Şekil 2).

İnsan vücudundaki en karmaşık eklem yerlerinden biri olan ayak bileğinde, birçok ligament ve tendon eğimli bir şekilde



**3** Detay: 3. derece yırtık-dorsal lateral femoral kemik ucunda kırıkda sakatlığı. 52 yaşındaki kadın bir hastanın sol dizi: Kırıkda sakatlığı, kısmi hacim etkileri nedeniyle 2 boyutlu TSE taramasında (üst sıra, ok ile gösterilen) büyük oranda gizli kalmış ve gözden kaçırılmış. 2 boyutlu FSE taramasında sadece bir kesitte görülen sakatlık, syngo SPACE ile yapılan taramada açıkça görülüyor. ([8] no'lu referansın izniyle)

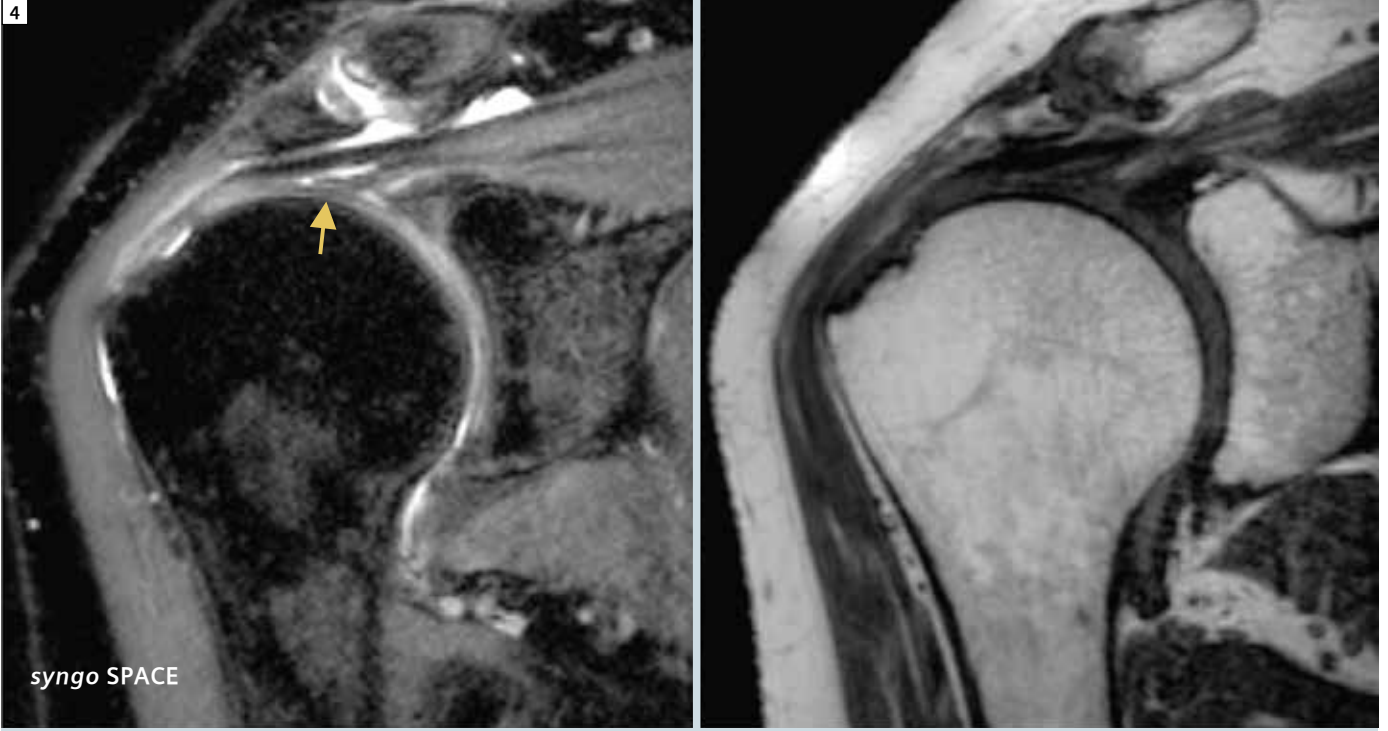
bulunduğu için syngo SPACE sistemi, özellikle umut vaat eder. Aslında syngo SPACE, sferik tibia ve talus kırıkdağı (Şekil 4) ile spring ligament kompleksinin görüntülenmesi açısından 2 boyutlu sekanslardan çok daha üstündü. Komple 3 boyutlu yaklaşım, genelde standart 2 boyutlu sekanslarla değerlendirilmesi güç olan bağların kaliteli bir şekilde görüntülenmesine yardımcı oldu. Geleneksel 2 boyutlu TSE ile tespit edilen hiçbir anormallik, syngo SPACE sistemi kullanılırken gözden kaçırılmadı, sekanslar ve tarayıcılar arası korelasyon belirgin hiçbir fark ortaya koymadı. Bunun sonucunda, syngo SPACE sisteminin rutin klinik protokollerde kullanımı doğrulandı<sup>9</sup>.

Özellikle T1 ağırlıklı 3 boyutlu yaklaşım, 3 boyutlu komple bir protokol elde etmek açısından umut vaat ediyor. Elde ettiğimiz ilk sonuçlar, T1w syngo SPACE sisteminin, geleneksel 2 boyutlu SE sekanslarına son derece benzer bir kontrast sunduğunu ve bu nedenle radyologların tarama ve değerlendirme alışkanlıklarını yeni sekansa adapte etme gereksiniminin ortadan kalktığını gösterir. Subkondral kemik ile tendonların değerlendirilmesi özelliği, zaten T1w syngo SPACE sisteminde mümkündür. T1w kontrastı, anatomik anlayışın gelişmesine imkan verir, bu durum T2w sekansındaki bulguların teyit edilmesi açısından faydalıdır (Şekil 5). Özellikle, karmaşık bir anatomik yapıya

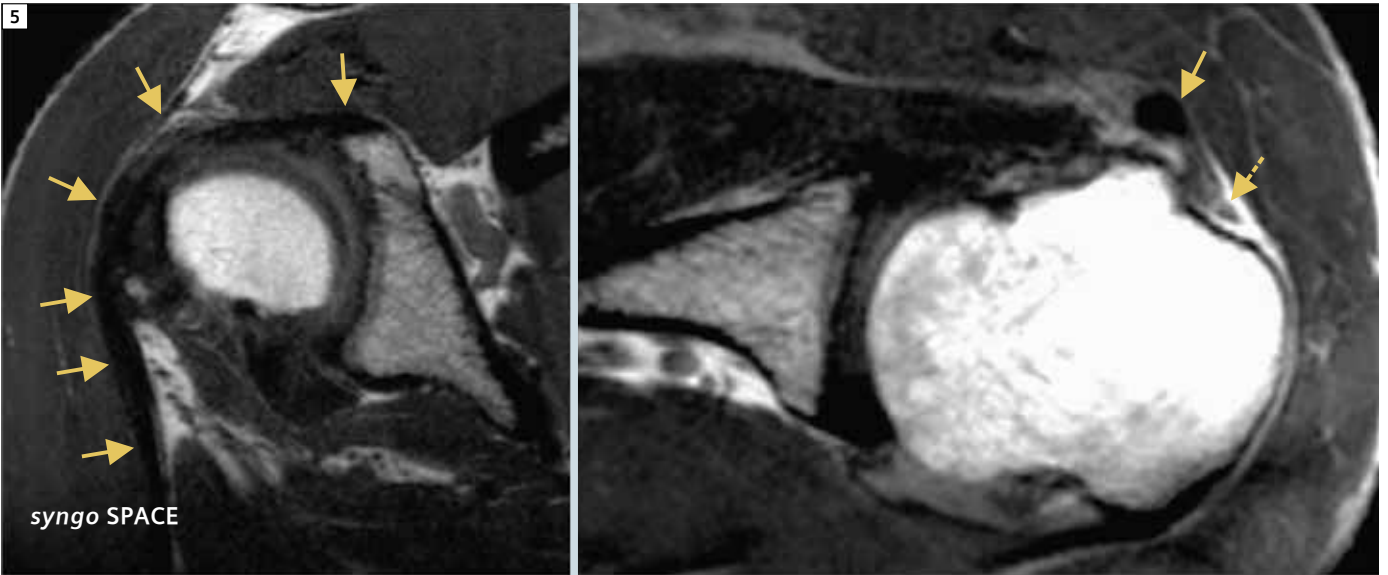
sahip çene, T1w sekansının uygulanması açısından oldukça umut vericidir. T1w sekansları, çene kemiğinde bulunan kemik yapılarını etkileyen hastalıkları yüksek hassasiyetle gösterir<sup>12</sup>. İzotropik çözünürlük, ortopantomograma benzer çok düzlemli, eğimli rekonstrüksiyonlarda (MPR) dahi çene kemiğinin güvenilir bir şekilde analiz edilmesine imkan verir (Şekil 6).

### Sonuç

syngo SPACE ile yapılan 3 boyutlu izotropik görüntüleme, muskuloskeletal patolojilerin değerlendirilmesi açısından umut vaat eden bir yaklaşımdır. Düşük SNR, CNR ve görüntü bulanıklığı gibi geçmişten gelen teknik sınırlamalar, flip

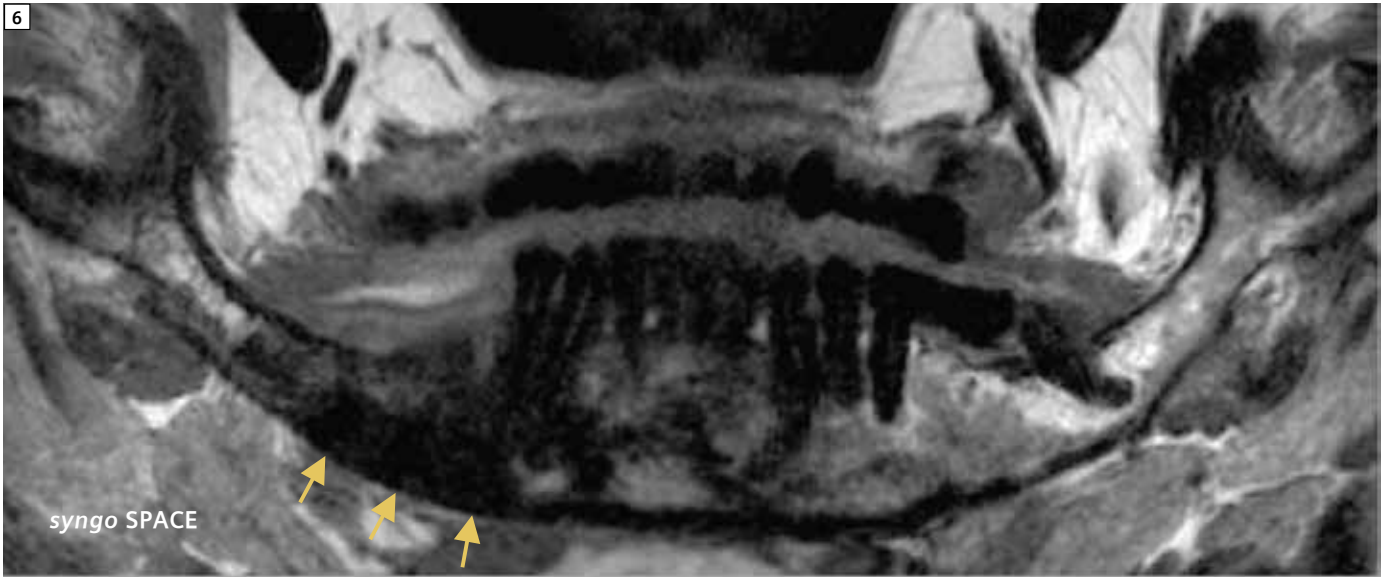


**4** Omuzun kombine T1w ve T2w syngo SPACE ile alınan görüntü veri seti. Kapsamlı bir 3 boyutlu protokol elde etmek için T1w tekniği ile kısmen T2w syngo SPACE tekniği bir arada kullanılabilir. Yukarıda, 45 yaşında erkek bir hastanın sağ omzu gösteriliyor: Supraspinatus tendonda (ok ile gösterilen) küçük kısmi bir yırtık söz konusu. syngo SPACE, eklemler sıvısıyla kas/tendonlar arasında mükemmel bir kontrast sunuyor.



**5** Biceps tendonunun luksasyonu. Subskapüler kasında yırtık ve biceps tendonunda art arda anteromediyal luksasyonu (ok ile gösterilen) olan 46 yaşında erkek hasta. Biceps sulkusu boş (kesik çizgili oklar ile gösterilen).syngo SPACE sistemi, tendonu, tek bir kesitte bütün olarak kolaylıkla gösteriyor.





**6** Omuzun kombine T1w ve T2w syngo SPACE ile alınan görüntü veri seti. Kapsamlı bir 3 boyutlu protokol elde etmek için T1w tekniği ile kısmen T2w syngo SPACE tekniği bir arada kullanılabilir. Yukarıda, 45 yaşında erkek bir hastanın sağ omzu gösteriliyor: Supraspinatus tendonda (ok ile gösterilen) küçük kısmi bir yırtık söz konusu. syngo SPACE, eklem sıvısıyla kas/tendonlar arasında mükemmel bir kontrast sunuyor.

açısının optimizasyonu ve radyal k-alanı örneklemeye telafi edildi. Bu tekniğin hasta hareketlerinden kaynaklanan yapay görüntülere yönelik teorik hassasiyeti, bizim deneyimlerimizde gözlenmedi. En azından bu teknikte anatomik yapıların tanımlanması, geleneksel sekanslarınkiyle aynıdır, syngo SPACE sekansı, ilgili küçük bap ve kıkırdaksı yapıları oldukça yüksek bir hassasiyetle birbirlerinden ayırır. Bu tekniğin görüntü kontrastı da, geleneksel 2 boyutlu sekansların görüntü kontrastı ile kıyaslanabilir düzeydedir. Yani, radyolog tarafından özel herhangi bir ayarlama yapmaya gerek yoktur. Kombine izotropik T1w ile kısmen T2w 3D protokolünde toplam tarama süresi, yaklaşık 12-16 dakika sürer. İsteğe bağlı çok düzlemli görüntü reformasyonu da yapıldığında ilave herhangi bir sekansa ihtiyaç yoktur. Bu nedenle syngo SPACE, büyük oranda kısaltılan rutin MSK protokollerine uygun bir alternatif haline geldi.

#### Referanslar

- 1 Resnick, D., H.S. Kang, and M.L. Pretterklieber, *Internal derangements of joints*. 2nd ed 2006, Philadelphia: Saunders/Elsevier. 2 v. (xvi, 2284, liv p.).
- 2 Duc, S.R., et al., *Improved visualization of collateral ligaments of the ankle: multiplanar reconstructions based on standard 2D turbo spin-echo MR images*. Eur Radiol, 2007. **17**(5): p. 1162-71.
- 3 Gold, G.E., et al., *Isotropic MRI of the knee with 3D fast spin-echo extended echo-train acquisition (XETA): initial experience*. AJR Am J Roentgenol, 2007. **188**(5): p. 1287-93.
- 4 Gold, G.E., et al., *Balanced SSFP imaging of the musculoskeletal system*. J Magn Reson Imaging, 2007. **25**(2): p. 270-8.
- 5 Kijowski, R., et al., *Vastly undersampled isotropic projection steady-state free precession imaging of the knee: diagnostic performance compared with conventional MR*. Radiology, 2009. **251**(1): p. 185-94.
- 6 Kijowski, R., et al., *Knee joint: comprehensive assessment with 3D isotropic resolution fast spin-echo MR imaging--diagnostic performance compared with that of conventional MR imaging at 3.0 T*. Radiology, 2009. **252**(2): p. 486-95.
- 7 Notohamiprodjo, M., et al., *3D-imaging of the knee with an optimized 3D-FSE-sequence and a 15-channel knee-coil*. European journal of radiology, 2012.
- 8 Notohamiprodjo, M., et al., *MRI of the knee at 3T: first clinical results with an isotropic PDf-weighted 3D-TSE-sequence*. Investigative radiology, 2009. **44**(9): p. 585-97.
- 9 Notohamiprodjo, M., et al., *3D-MRI of the ankle with optimized 3D-SPACE*. Investigative radiology, 2012. **47**(4): p. 231-9.
- 10 Alsop, D.C., *The sensitivity of low flip angle RARE imaging*. Magn Reson Med, 1997. **37**(2): p. 176-84.
- 11 Hennig, J., *Multiecho imaging sequences with low refocusing flip angles*. J Magn Reson., 1988. **1988**(78): p. 397-407.
- 12 Arce, K., et al., *Imaging findings in bisphosphonate-related osteonecrosis of jaws*. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2009. **67**(5 Suppl): p. 75-84.

#### İletişim

Mike Notohamiprodjo, M.D.  
Section Chief Conventional Radiology  
Department of Clinical Radiology  
University Hospitals Munich  
Campus Großhadern  
Marchioninistrasse 15  
81377 Munich  
Germany  
Phone: +49-89-7095-3620  
Fax: +49-89-7095-8832  
mike.notohamiprodjo@med.lmu.de

# Baş-boyun kanserleri için radyasyon tedavisi planlamasında PET•CT

Erken lenf düğümü metastazlarının  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniğiyle metabolik görüntüleme yapılarak tespitinin, baş ve boyun kanserlerinin evrenmesi ve yönetimine ilişkin kararlarda önemli bir etkisi bulunmaktadır.

Partha Ghosh, MD

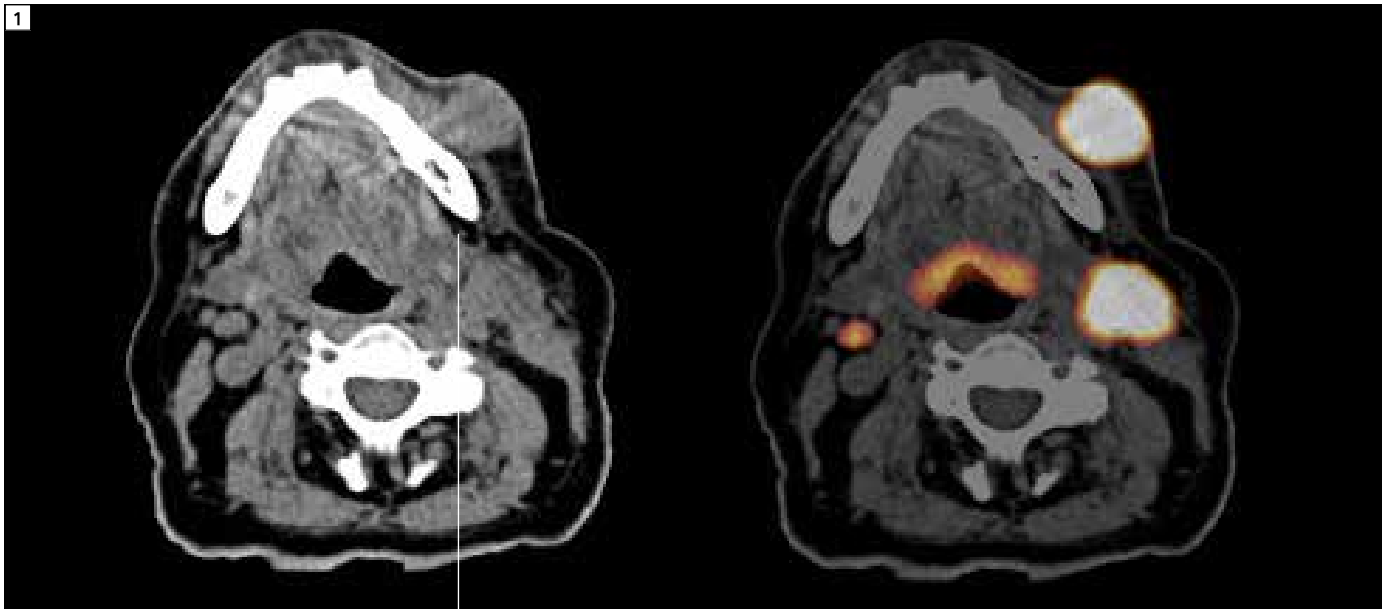
Moleküler Görüntüleme İş Birimi, Siemens Sağlık Sektörü, Hoffman Estates, IL, ABD

Baş ve boyun kanserleri, her yıl yaklaşık 640.000 vakanın görüldüğü ve yaklaşık 350.000 kişinin ölümüne yol açan, dünyada en sık görülen altıncı kanser tipidir<sup>1</sup>. Hastaların yaklaşık yarısında, prezentasyon sırasında ileri düzey lokal hastalık veya lenf düğümü metastazları görülmektedir. Florodeoksiglukoz  $^{18}\text{F}$  ( $^{18}\text{F}$  FDG) PET/CT, baş ve boyun kanserlerinde evreleme ve hastalığın tekrar nüksedip nüksedmediğinin tespitinde önemli bir role sahiptir. CT kriterlerine göre tespit edilemeyen erken dönem lenf düğümü metastazları ile distal metastazların yüksek düzeyde tespit

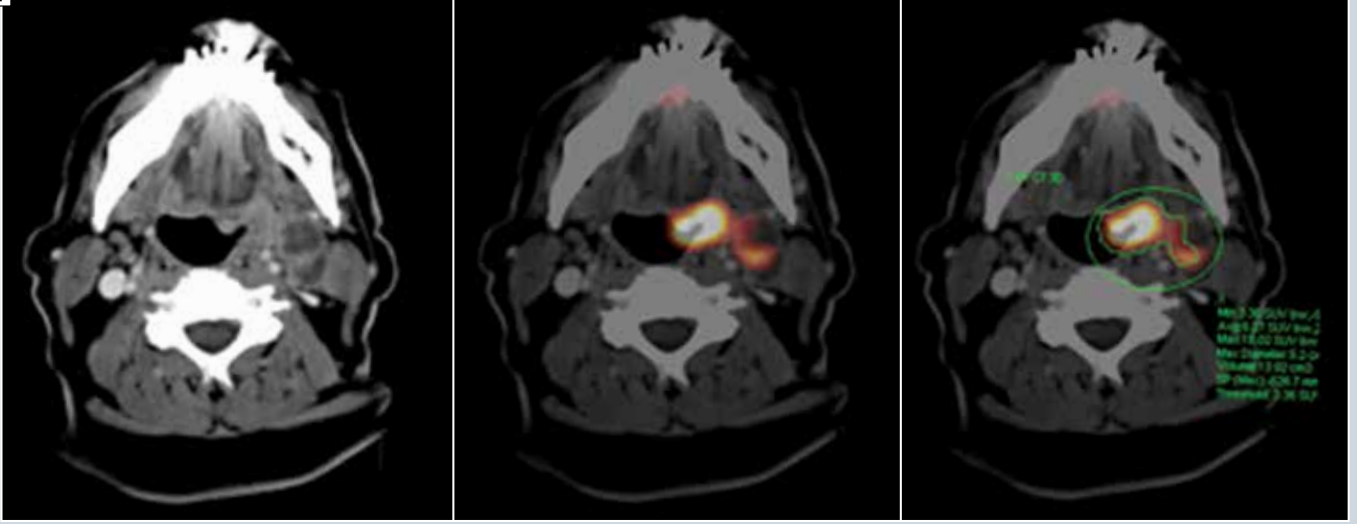
edilebilirliği, baş ve boyun kanserlerinin yönetiminde PET/CT sistemlerinin sunduğu önemli bir avantajdır. Sektörün en yüksek hacimsel çözünürlüğünü\* sunan Biograph™ mCT PET•CT tarayıcısında olduğu gibi, keskin çözünürlüklü PET/CT de doktorların baş ve boyun kanserlerinde metabolik açıdan aktif tümörü görüntüleyerek canlı tümörleri nekrozlu tümörlerden ayırtmalarına, tedavi edilecek kitleye dahil edilmesi gerekebilecek metastatik düğümleri tanımlamalarına, radyasyon tedavisinin planlanmasında hedef hacimleri değiştirmelerine yardımcı olmaktadır.

## Baş ve Boyun Kanserlerinin Evrenmesi

Erken lenf düğümü metastazlarının  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniğiyle metabolik görüntüleme yapılarak tespitinin, baş ve boyun kanserlerinin evrenmesi ve yönetimine ilişkin kararlarda önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda,  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniğinin sadece CT tekniğine kıyasla servikal lenf düğümlerinin tespitinde daha yüksek hassasiyet ve özgünlük sunduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir değerlendirmede, baş ve boyun kanserlerinde  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniği için ortalama hassasiyet düzeyinin %87-90,



**1** Büyük ipsilateral servikal lenf düğümü metastazlı bukkal karsinom.  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT tekniği, hipermetabolik primer tümör ve ipsilateral boyun lenf düğümü ile birlikte boyunun karşı tarafında küçük bir metastatik lenf düğümü bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu görüntüler için ABD, Teksas, Houston'da bulunan Baylor Tıp Koleji'ne teşekkür ederiz.



**2** Farinjiyal duvarda skuamoz hücreli karsinom ile çevresinde nekrotik merkezli lenf düğümü metastazları.  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT tekniği, lenf düğümü metastazlarının büyük nekrotik merkezini çevreleyen canlı tümörün ince sınırı ile birlikte hipermetabolik primer karsinom bulunduğunu tespit etmiştir. GTV tespiti için %50'lik SUVmax eşliğinde tümör kenarı ekleme prosedürü gerçekleştirilmiştir. Bu görüntüler için ABD, Florida, Orlando'da bulunan M. D Anderson Kanser Merkezi'ne teşekkür ederiz.

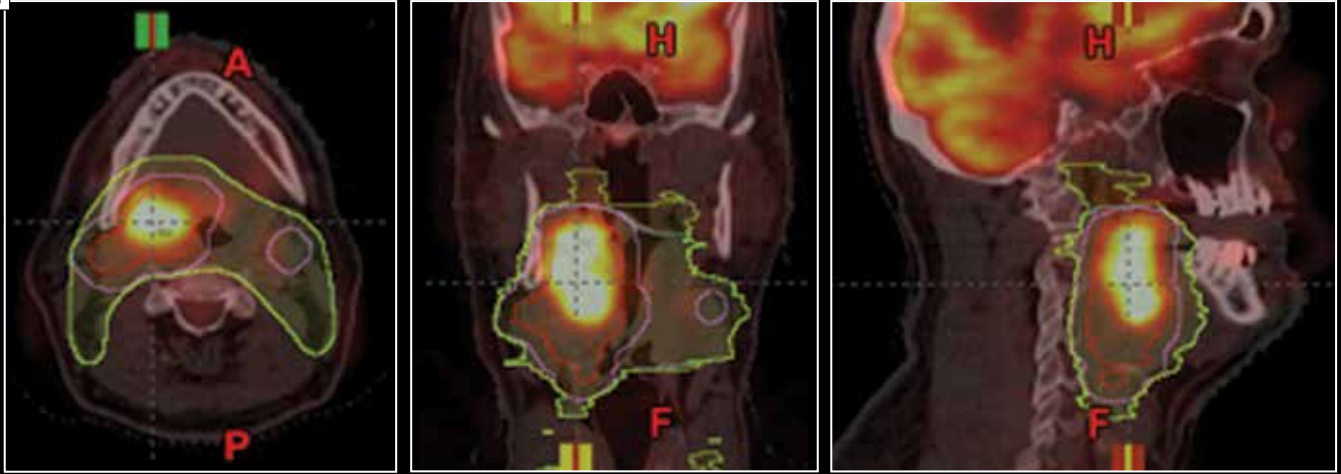
ortalama özgünlük düzeyinin ise %80-93 arasında olduğu ortaya konmuştur. Connel ve arkadaşları<sup>3</sup>, PET/CT tekniğinin, hastaların %34'ünde evreleme sürecini değiştirdiği ve hastaların %29'unda, gros tümör hacmindeki (GTV) değişiklikler ve doz değişimleri dahil olmak üzere radyasyon tedavisi tekniğinde değişikliklere yol açtığını kanıtlamıştır<sup>3</sup>. Roh ve arkadaşları<sup>4</sup>, yeni teşhis koyulmuş baş ve boyun skuamoz hücre karsinomu (HNSCC) olan 167 hastada CT ve MR görüntüleme tekniklerinin doğruluğu %85 iken PET tekniğinin doğruluğunun %98 olduğunu tespit etmişlerdir. Ng ve arkadaşları<sup>5</sup> ise, primer ağız boşluğu SCC'si olan 124 hastada, cerrahi müdahaleden önce müteakip histopatolojik korelasyon sergileyen  $^{18}\text{F}$  FDG PET ve CT/MRI tekniklerini karşılaştırmıştır.  $^{18}\text{F}$  FDG PET, primer tümörlerin tespitinde CT/MRI tekniğine (%87,1) göre daha yüksek ölçüm doğruluğuna (%98,4) sahiptir.  $^{18}\text{F}$  FDG PET, servikal düğüm metastazlarının tespitinde CT/MRI tekniğine göre %22,1 daha yüksek hassasiyet göstermiştir (%74,7'ye karşı %52,6).  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniğinde PPV ve NPV, sırasıyla %71,7 ve %93,9 olmuştur. Primer baş ve boyun kanserli 22 hastanın katıldığı bir çalışmada<sup>6</sup> PET/CT tekniği,

sadece CT tekniğine kıyasla, 22 hastadan 5'inde TNM evrelemesini değiştirmiştir. T-evresi, 22 hastadan sadece 3'ünde (%14) değişmiştir. PET/CT, CT'de boyutları normal görünen ancak 22 vakadan 2'sinde (%10) evre değiştiren metastatik düğümler tespit etmiştir. Tümör ebatları ile CT kriterlerine göre büyütülmeyen, metabolik olarak aktif küçük boyun lenf düğümü metastazlarının doğru resmedilmesi, PET/CT tekniğinin evreleme hassasiyetindeki gelişme açısından kilit unsurdur. İleriye dönük bir çalışmada, ilerlemiş baş ve boyun kanseri olan 49 hastada radyasyon tedavisi planlaması için  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniği uygulanmıştır. Hastaların %41'inin radyasyon tedavisi stratejisinde,  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniğinden kaynaklanan değişiklikler söz konusu olmuştur. Tedavi bölgesi, 49 hastadan 14'ünde (%28) büyük oranda değişmiştir. 49 hastanın 6'sında da GTV'de küçük değişiklikler yapılmıştır. Bu çalışmadan sorumlu olan ekip, çalışmanın devamında lokal olarak ilerlemiş 4. evre baş ve boyun kanseri olan 35 hastada  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniğini uygulamıştır.  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniği, hastaların %17,1'inde uzak metastazlar ile hastaların %11,4'ünde CT tekniğinde bulunamamış ikinci primer tümörler tespit etmiştir. Metabolik olarak aktif lenf düğümü metastazlarının PET•CT ile

tespiti, vakaların %34,3'ünde (12/35) evre düzeyinin artmasına, %22,9'unda (8/35) evre düzeyinin düşürülmesine neden olmuştur. PET•CT bulguları, 20 hastada (%57,1) radyoterapi hacmi ve dozunun değiştirilmesine neden olmuştur<sup>6</sup>.  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniğinin tarama hassasiyeti, bu tekniğin normal ebatlı düğümlerdeki hastalığı tespit etme kabiliyeti ile desteklense de tekniğin mikroskobik hastalıkların tespitindeki sınırlı kapasitesi, hatalı negatif sonuçlara yol açabilir. Halihazırda kullanılan, Biograph mCT gibi son teknoloji PET/CT tarayıcıları, yüksek çözünürlüğe, yüksek sayım hızına ve ultraHD•PET ile Time of Flight görüntüleme gibi teknolojik gelişmeler sayesinde artan bir kontrast düzeyine sahiptir ve  $^{18}\text{F}$  FDG tatbik edilen 3-4 mm büyüklüğündeki düğümleri tespit edebilmektedir. Ancak bu teknikler dahi histopatolojinin teşhis doğruluğu ile rekabet edemez. Stoeckli ve arkadaşları<sup>7</sup>, boyun düğümleri bulguları klinik açıdan negatif çıkan 12 hastada evrelemeli PET taraması ve ardından öncül lenf düğümü biyopsisi ve isteğe bağlı boyun diseksiyonu yapmışlardır. Histopatolojide tespit edilen metastatik lenf düğümlerinin ortalama boyutu 1,4 mm iken  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniği ile tespit edilen metastatik lenf düğümlerinin minimum boyutu 3 mm idi.



3



**3** Sağ dil kökünde lokal olarak ilerlemiş skuamöz hücreli karsinomu olan ve hastalığı bilateral olarak boyun lenf düğümlerine sıçramış 53 yaşındaki erkek hastanın birleşik  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT görüntüleri. Buradaki görüntülerde, PET pozitif metabolik tümör hacmi ile bilateral servikal boyun lenf düğümlerini hedefleyen radyoterapi tedavisine ait sınırlar gösterilmektedir. Bu görüntüler için ABD, Los Angeles'da bulunan California Üniversitesi, Radyasyon Onkolojisi Bölümü'nden Dr. Percy Lee'ye teşekkür ederiz.

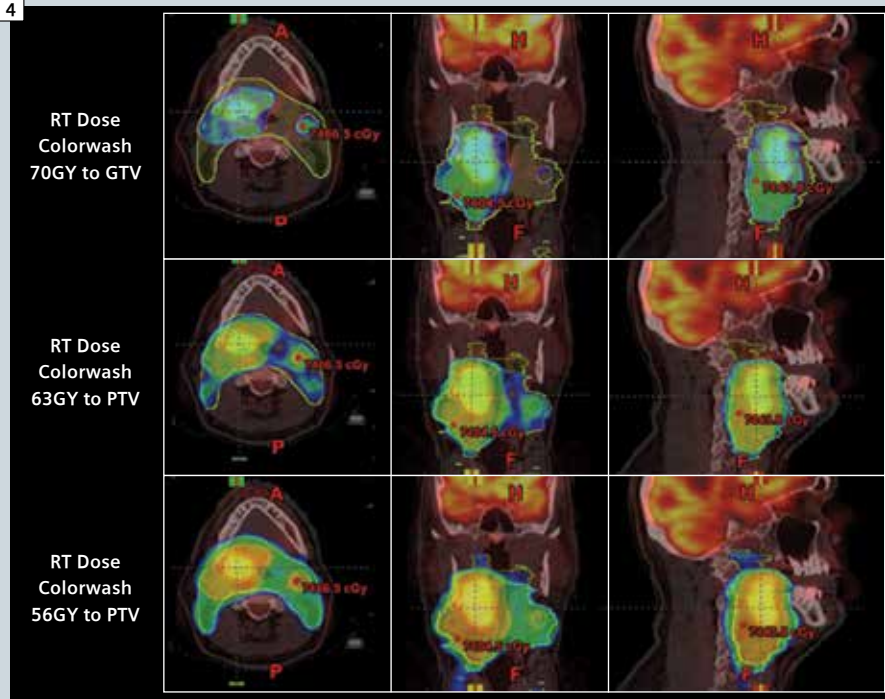
Bazı raporlarda, PET•CT tekniğinin cerrahi boyun diseksiyonu ihtiyacını güvenilir bir şekilde öngöremediği ve boynun cerrahi yönetimi açısından yetersiz bir temel oluşturduğu bildirilmektedir. PET/CT tekniğinin negatif tespit ettiği durumlarda SPECT veya SPECT/CT tekniği kullanılarak yapılan öncül lenf düğümü biyopsisi, başta dil ve bademcik kanserlerinde olmak üzere optimum yaklaşım olarak değerlendirilmektedir<sup>8</sup>.

Yakın zamanda 233 baş ve boyun kanseri hastası üzerinde çok merkezli olarak gerçekleştirilen bir çalışmada, geleneksel yöntemlerin (CT ve MRI) sonuçlarına göre alınan tedavi kararları ile tüm vücut  $^{18}\text{F}$  FDG PET taramasının sonuçlarına göre alınan tedavi kararları ileriye dönük bir şekilde karşılaştırılmıştır<sup>9</sup>. Geleneksel yöntemler ile PET tekniğinin evrelemesi, 233 hastanın 100'ünde (%43) farklıydı. PET, hastaların %10'unda lenf düğümlerinin durumunun üst evreye çıkarılmasına veya alt evreye düşürülmesine neden olmuştur (16 hastada yukarı doğru, 7 hastada aşağı doğru evreleme). Ancak metastatik veya başka kanserlerin tespitinin hasta yönetimi üzerinde daha büyük etkisi olmuştur. Genel olarak, hastaların %13,7'sinde tedavi planı, PET verileri dikkate alınarak değiştirilmiştir. PET/CT Kullanılarak Radyoterapi Hedef Hacminin Görüntülenmesi

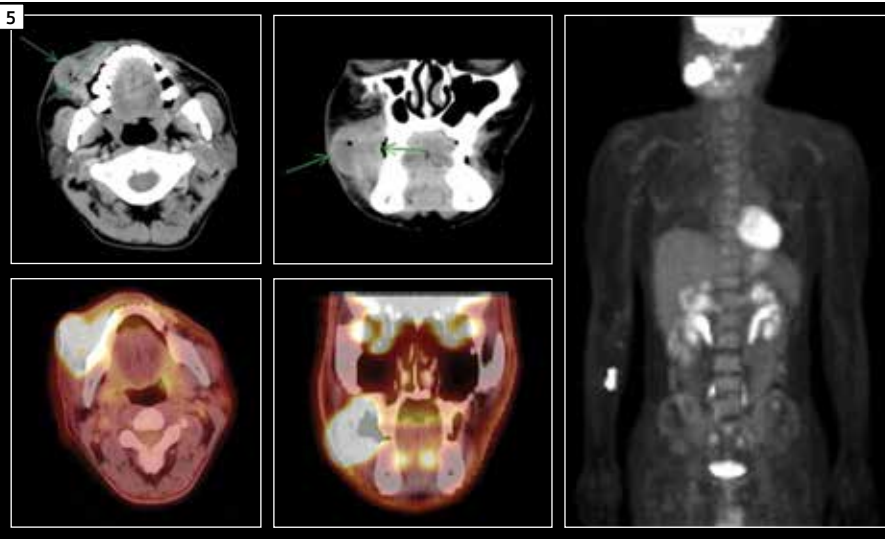
$^{18}\text{F}$   $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniği, GTA kenar ekleme işleminde kullanışlıdır çünkü tümör metabolizması, aktif tümör ile normal veya nekrotik çevre doku arasındaki sınırları etkin bir şekilde işaretlemektedir<sup>10</sup>.  $^{18}\text{F}$  FDG PET, ayrıca GTV görüntülemesinde<sup>11</sup> gözlem içi değişkenliği ve GTV ebatlarını azaltabilir, CT veya MR görüntüleme tekniğinde gözden kaçan tümörlü alanları veya lenf düğümlerini tespit edebilir ve potansiyel olarak ek radyasyon dozu gerektiren GTV kısımlarını belirleyebilir. PET/CT ve sadece CT ile görüntülenen GTV'leri kıyaslayan çeşitli araştırmalar, iki teknik arasında belirgin farklar olduğunu ortaya koymaktadır. Ciernik ve arkadaşları<sup>12</sup>, inceledikleri 12 baş ve boyun kanseri hastasında,  $^{18}\text{F}$  FDG PET tabanlı GTV'nin, hastaların yaklaşık olarak yarısına tatbik edilen CT tekniğinde görüntülenen GTV'den daha büyük (>25%) veya daha küçük (<25%) olduğunu gözlemişlerdir. GTV görüntülemesindeki gözlem içi değişiklik, PET/CT tekniği ile büyük oranda azaltılmıştır. Sadece CT tekniği ile yapılan değerlendirmelerde ortalama hacim farkı  $26.6\text{ cm}^3$  bu değer,  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT ile yapılan analizlerde  $9.1\text{ cm}^3$  düzeyine inmiştir.

**PET/CT Tabanlı GTV ile Doz Artışı**  
Araştırmalar, radyasyona maruz kalan

hücre yatağı içerisinde hastalığın tekrar nüksetmesi olarak tanımlanan lokal hata alanlarının büyük oranda  $^{18}\text{F}$  FDG tatbik edilen biyolojik tümör hacminde (BTV) yer aldığını ortaya koymuştur. Soto ve arkadaşları<sup>13</sup>, mutlak bir şekilde 3-boyutlu konformal radyoterapi (3DCRT) veya yoğunluk ayarlamalı radyasyon tedavisi (IMRT) gören 61 hastayı kapsayan bir çalışmada lokal hataların %100'ünün  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniği kullanılarak görüntülenen GTV 'de yer aldığını, buna karşın lokal hataların %88'inin (9 lokal hatadan 8'i) PET tekniği ile görüntülenen BTV'de yer aldığını tespit etmişlerdir. Bu bulgu,  $^{18}\text{F}$  FDG tatbik edilen alanlara uygulanan dozu artırma stratejisini desteklemektedir. Bu uygulama, normal dokuların hasta dokulardan ayrıştırılmasına yardımcı olabilir ve doz artışının nispeten küçük hacimlerle sınırlandırılmasına imkan verebilir.  $^{18}\text{F}$  FDG alımının, tümör hücresi yoğunluğunu temsil ettiği varsayılırsa  $^{18}\text{F}$  FDG PET tekniği, en yüksek miktarda  $^{18}\text{F}$  FDG tatbikiyle doz artışını küçük tümör hacimlerine yönlendirmek için kullanılabilir. Biograph mCT, kesin radyasyon tedavisi planlaması için ideal olan, geniş gantrili bir platformda,  $400 \times 400$ 'lük matris görüntüleme özelliğine sahip en yüksek PET çözünürlüğünü, gelişmiş



**4** GTV ve PTV'ye tatbik edilen farklı doz düzeyleri için radyasyon tedavisi dozuna yönelik renkli yıkama. GTV'ye tatbik edilen toplam doz, fraksiyon başına 2 Gy'de 70 Gy'dir. Yukarıdaki görüntülerden görülebileceği üzere PET pozitif alanlardaki doz artışı, tümörün FDG alımı temel alınarak hazırlanan planın bir parçasıdır. Hastaya, Cetuximab ile kemoradyasyon tedavisi uygulanmıştır. PET•CT taraması ile belgelendiği üzere hasta, 2 ay içinde tedaviye tam yanıt vermiştir. Hasta, kemoradyasyonun tamamlanmasından sonra 32 ay geçmesine rağmen radyasyon sonrasında belirgin herhangi bir komplikasyon göstermemiş olup, halen hem klinik hem de radyolojik açıdan herhangi bir hastalık belirtisi taşımamaktadır. Bu görüntüler için ABD, Los Angeles'da bulunan California Üniversitesi, Radyasyon Onkolojisi Bölümü'nden Dr. Percy Lee'ye teşekkür ederiz.



**5** Sağ bukkal bölgesinde skuamöz hücreli karsinomu (T4N0M0) ve eşzamanlı olarak yumuşak damağının sağ tarafında skuamöz hücreli karsinomu (T1 N0) olan 41 yaşındaki erkek bir hastanın tedavi öncesi  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT taraması. Bu çalışma,  $^{18}\text{F}$  FDG tatbik edilen bukkal bölgesinde büyük bir kitle bulunduğunu ancak bölgesel lenf düğümlerinde herhangi bir metastaz olmadığını göstermiştir. Sağ bukkal bölgesindeki tümör radikal cerrahiyle, yumuşak damak lezyonu ise elektrokoterizasyon ile tedavi edilmiştir. Hasta, daha sonra, takip amaçlı  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT taramasına tabi tutulmuş olup tarama, sağ bukkal flep kenarında hastalığın nüksettiğini ortaya koymuştur. PET•CT tekniği, ayrıca radyasyon tedavisinin planlanmasında kullanılmıştır.

CT fonksiyonları ile birleştirmektedir. Bu yaklaşımın uygunluğu, dengeli doz dağılımlı veya vöksel yoğunluğu tabanlı IMRT tekniği kullanılarak çeşitli teorik planlama çalışmalarında ortaya konmuştur. Önceki yöntemde radyasyon dozu, CT tabanlı hedef hacim içerisinde dengeli bir şekilde artırılarak,  $^{18}\text{F}$  FDG tatbik edilen küçük tümör hacmine yönlendirilmektedir. Bu yaklaşımın öncüsü, baş ve boyun kanserli 20 hastanın katıldığı teorik bir planlama çalışmasında toplam dozu 75 Gy düzeyine kadar çıkaran Schwartz ve arkadaşlarıydı<sup>14</sup>. Vöksel yoğunluğu tabanlı IMRT sayesinde, PET vökselindeki  $^{18}\text{F}$  FDG sinyal yoğunluğu, söz konusu vöksel için uygulanan doz ile doğru orantılıdır; yani, PET sinyali güçlendikçe, tatbik edilen doz artmaktadır.

Her iki yöntem de, CT tabanlı bir planlama hedefi hacmi içerisindeki küçük  $^{18}\text{F}$  FDG PET hacimlerini güçlendirmek için kullanılan alternatif yöntemlerdir. Dengeli dağıtımli doz artırma, yakın zamanda yapılan 1. faz klinik denemede kanıtlanmıştır<sup>15</sup>. Baş ve boyun kanseri olan 41 hastaya, IMRT tedavisi uygulanmış ve radyasyon dozu, eş zamanlı entegre güçlendirme yöntemi kullanılarak 72,5 ve 77,5 Gy seviyelerine çıkarılmıştır. Bu teknikte, tedavinin sonunda düşük riskli alanlara uygulanan dozun düşürülmesi ile eş zamanlı olarak (sırayla tatbik edilmek yerine eş zamanlı olarak) yüksek radyasyon dozu tatbik edilmiştir. Her iki doz düzeyinde hastaların %50'sinde akut toksisite (3. derece yutma zorluğu) meydana gelmiş olup düşük doz düzeyinde 2 hastada ve yüksek doz düzeyinde 1 hastada doz sınırlandırma toksisitesi gözlenmiştir. Bunun üzerine bu raporun yazarları, tedaviden 1 yıl sonra gerçekleştirilen takip analizinde, PET yönlendirmeli doz artırma prosedürünün, yüksek lokal kontrol oranlarıyla, düşük doz ve yüksek doz tatbik edilen gruplardaki hastalar tarafından çok iyi tolere edildiği sonucuna varmışlardır (düşük doz grubunda %85, yüksek doz grubunda %87)<sup>15</sup>.

### Mid-Terapi PET/CT Tabanlı Uyarlanabilir Doz Planlama

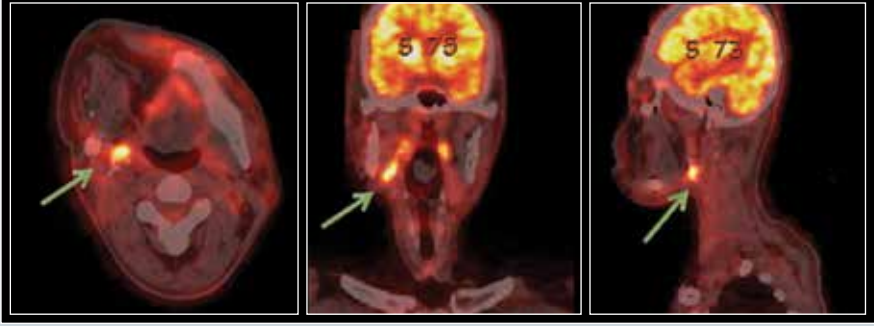
Radyoterapi sırasında tümör hacmi, kademeli bir şekilde küçülmektedir. Bu durumda, GTV'nin ve dolayısıyla

radoterapi radyasyon dozu dağılımının yeniden ayarlanması gerekebilir. Bu ayarlama, normal dokuların hastalıklı dokulardan ayrıştırılmasını kolaylaştırabilir. Örnek olarak, orofaringeal tümörlerin tedavisi sırasında kulak altı bezi, tümörün küçülmesi ve hastanın kilo kaybı sonucunda merkezi olarak yüksek dozlu bölgeye doğru kaymaktadır<sup>16</sup>. Bunun bir sonucu olarak kulak altı bezinin büyük bir bölümü- potansiyel olarak daha yüksek radyasyon dozuna maruz kalmakta ve bu durum, büyük bir ihtimalle daha yüksek insidansa ve daha ciddi ağız kuruluğuna neden olmaktadır.

Tedavi sırasında yinelenabilir PET/CT prosedürleri kullanılarak gerçekleştirilen görüntü yönlendirmeli uyarlanabilir radyoterapi, tedavi hacmi ve doz dağılımını ayarlama umut vaat eden bir yaklaşımdır. 7 haftalık bir süre için ortalama 14, 25, 35 ve 45 Gy'lik dozların tatbikinin ardından gerçekleştirilen tamamlayıcı kemoradyasyon sırasında sürekli tekrarlanan <sup>18</sup>F FDG PET, kontrastlı CT ve MR teknikleri ile görüntülenmiş, faringolaringeal skuamöz hücreli karsinomlu 10 hastanın dahil olduğu bir kavram kanıtlama çalışması<sup>17</sup> gerçekleştirilmiştir. Fonksiyonel görüntülemeye elde edilen GTV'ler, her zaman, anatomik görüntülemeye tanımlanan GTV'lerden belirgin ölçüde daha küçük olmuştur. Tedavi sırasında klinik hedef hacimleri (CTV'ler) ile planlama hedef hacimleri (PTV'ler) sürekli olarak küçülmüştür; 45 Gy'de ortalama hacimler, sırasıyla %51 ve %48 oranında düşmüştür. Yüksek konformal doz tatbiki ile birlikte uygulanacak bu uyarlanabilir tedavi planlama yaklaşımı, doz artışına neden olarak tümör kontrolünü etkileyebilir. Örneğin, HNSCC'de tümör hacminin 7 haftalık bir tedavi boyunca büyük oranda küçüldüğü ve bu hacim değişikliğini dikkate alarak yapılacak yeni bir planlamanın çevrede bulunan, ancak hedef olmayan dokuları, hedef dokulardan belirgin bir şekilde ayırabileceği ortaya konmuştur<sup>18</sup>. Duprez ve arkadaşları<sup>19</sup>, ileri düzey baş ve boyun kanseri olan hastalarda, uyarlanabilir IMRT tekniğini, radyasyon dozu için sayı boyama tekniği ile birleştirmişlerdir. Başlangıç tedavisinde (Fraksiyon 1-10),

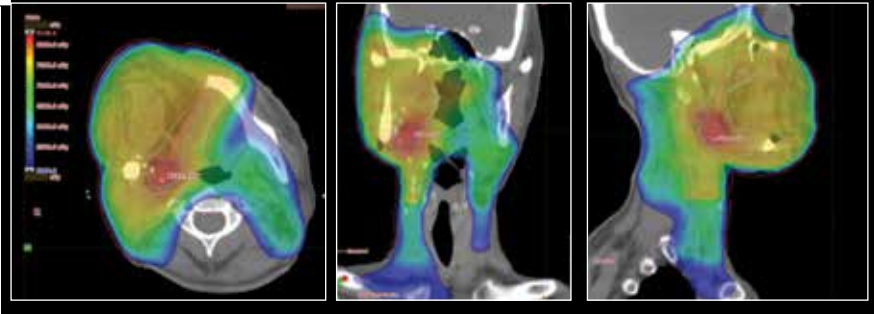
7

### Operasyon sonrası, CCRT öncesi PET



**7** Biograph mCT tarayıcısıyla gerçekleştirilen takip amaçlı (radyasyon tatbiki öncesi tedavi) <sup>18</sup>F FDG PET•CT taraması. <sup>18</sup>F FDG tatbik edilen, yeniden nükseden küçük lezyon, bukkal flepinin (oklar ile gösterilen) sınırında görüntülenmiştir. Bu görüntüler için Tayvan, Linkou'da bulunan Chang Gung Memorial Hastanesi'ne teşekkür ederiz.

8



**8** PET•CT sonuçları baz alınarak hazırlanan IMRT planı. Plan, 36 fraksiyonda 72 Gy'lik toplam doz tatbik etmekte. Küçük tümör hacmini fraksiyon başına %110 oranıyla en yüksek miktarda <sup>18</sup>F FDG alımıyla (%50'lik SUV<sub>max</sub> eşliği) güçlendirmek için doz boyama tekniği kullanılmıştır. Bu küçük hacim, sonuç olarak 36 fraksiyonda toplam 77,2 Gy'lik doza maruz kalmıştır. Hastaya, daha sonra, takip amaçlı iki <sup>18</sup>F FDG PET•CT taraması ve MR taramaları (radyasyon tedavisinin tamamlanmasından 3 ay ve 15 ay sonra) tatbik edilmiştir. Bu görüntüler için Tayvan, Linkou'da bulunan Chang Gung Memorial Hastanesi'ne teşekkür ederiz.

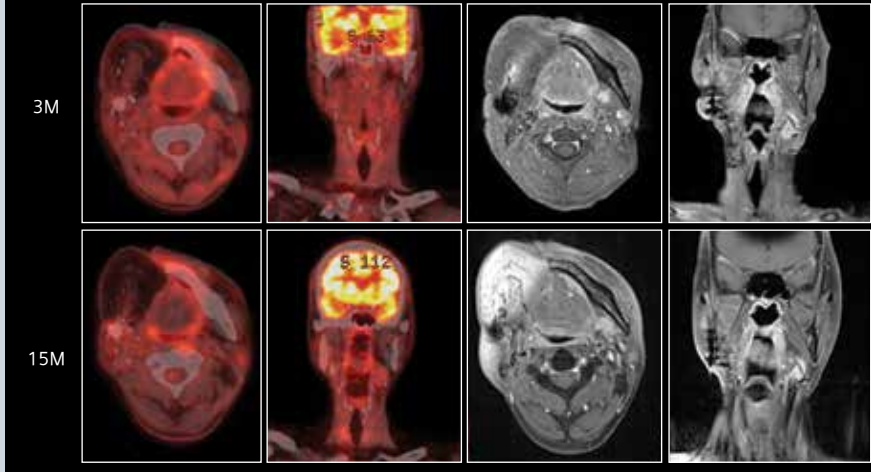
<sup>18</sup>F FDG PET/CT ön tedavisi baz alınarak radyasyon dozu için sayı boyama tekniği ile birlikte vokal yoğunluğu tabanlı IMRT planı kullanılmıştır. 10 fraksiyondan sonra <sup>18</sup>F FDG PET/CT prosedürü tekrarlanmıştır. 11. ile 20. fraksiyonlar arasında, ikinci bir PET/CT prosedürüyle birlikte radyasyon dozu için sayı boyamalı IMRT planı kullanılmıştır. 32 fraksiyon boyunca GTV'ye ortalama 85,9 Gy'lik radyasyon dozu tatbik edilmiştir. İkinci <sup>18</sup>F FDG PET/CT taramasına dayalı planlar, GTV hacimlerini %41 oranında, CTV hacimlerini %18 oranında ve yüksek doz için boyalı hedef hacmini %14 oranında küçültmüştür. İlk 10 fraksiyonun ardından, uygulanan hedef adaptasyonu nedeniyle, yükselen radyasyon dozuna rağmen başlangıç aşamasında gözlemlenenenden daha az toksisite oluşmuştur.

### Kemoradyasyon Sonrası Takip Analizi ve Hastalığın Nüksedip Nüksetmediğinin Belirlenmesi için PET/CT Taraması

Eş zamanlı olarak kemoradyasyon tedavisi gören, baş ve boyun kanserli hastaların boyunlarında tümör artığı kalıp kalmadığının tespitinde <sup>18</sup>F FDG PET/CT tekniğinin özgünlüğü ve negatif öngörü değerleri sürekli olarak yüksektir (sırasıyla %89 ve %97). Ong ve arkadaşları<sup>20</sup>, 65 hastanın kemoradyasyon sonrası durumlarını değerlendirmişler ve ortalama 37 ay süren takip sürecinde servikal lenf düğümü metastazlarında PET/CT için NPV değerini %98 olarak hesaplamışlardır. Buna karşın, PPV değeri sadece %38 olup, muhtemelen enflamatuvar uptake ile ilişkili olarak, PET/CT taramasında çok sayıda hatalı pozitif



### Post Tx görüntü (radyoterapinin bitiminden sonra hesaplanmıştır)



**9** Radyasyon tedavisinin tamamlanmasından 3 ay sonra hastanın tedaviye verdiği tam yanıtı gösteren sıralı  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT ve MR taramaları, nükseden herhangi bir lezyonun bulunmadığını tespit etmiştir. Bir yıl sonra yapılan  $^{18}\text{F}$  FDG PET•CT ve MR taramalarından da aynı sonuç elde edilmiştir. Hasta, halen hastalısız bir şekilde yaşamına devam etmektedir. Bu görüntüler için Tayvan, Linkou'da bulunan Chang Gung Memorial Hastanesi'ne teşekkür ederiz.

lenf düğümü görülmüştür. Çalışmadan ortaya çıkan sonuç, hastalıktan kalan lenfadenopatisi olmayan hastalarda,  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT taraması sonucunun negatif olması durumunda boyun diseksiyonu yapmaya gerek olmadığıdır. Hastalıktan kalan lenfadenopatisi olan hastalarda, lenf düğümlerinin anormal düzeylerdeki  $^{18}\text{F}$  FDG alımındaki herhangi bir eksiklik de büyük bir doğruluk payı ile canlı tümörlerin dışarıda tutulmasını sağlamaktadır. Hatalı pozitif sonuçların yüksek insidansı,  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniğinin, inflamasyon etkisini azaltmak amacıyla, eşzamanlı kemoradyasyon tedavisinin tamamlanmasından itibaren 8-12 hafta içinde yapılması gerektiğine dair yorumlara neden olmuştur. Kao ve arkadaşları<sup>21</sup>, ortalama 21,8 ay boyunca radyasyon tedavisi gören baş ve boyun kanserli 80 hastada sıralı PET/CT prosedürleri uygulamışlar ve hastaları klinik takip sürecine almışlardır.  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT tekniği, kanserin lokorejyonal olarak nüksedip nüksetmediğinin tespitinde %92 seviyesinde hassasiyet ve %82 düzeyinde özgünlük sergilemiştir. PET/CT tabanlı takip analizinin negatif öngörü değeri son derece yüksek (%98) olmasına rağmen PPV değeri, muhtemelen iltihap ile bağlantılı hatalı pozitif sonuçlar

nedeniyle düşüktür (%42). İki yıllık gelişimsiz hayatta kalma (PFS) oranları, radyasyon tedavisinin tamamlanmasının ardından 6 ay içinde yapılan PET/CT taraması pozitif sonuç veren hastalarda, PET/CT taraması negatif sonuç veren hastalara kıyasla çok daha düşüktür (%30'a %93). İki yıllık lokorejyonal kontrol oranı da PET/CT taraması negatif sonuç veren hastalarda, PET/CT taraması pozitif sonuç veren hastalara kıyasla daha yüksektir (%95'e %46). Tüm bunların sonucu olarak, radyasyon tedavisinin tamamlanmasının ardından 6 ay içinde yapılan PET/CT taramasında çıkan negatif sonuç, prognozda ki somut iyileşmeden kaynaklanmaktadır. Her ne kadar mukozit gibi radyasyon kaynaklı iltihaplarda FDG alımı, genelde yapılan değerlendirmeleri karmaşık bir hale getirir de radyasyon tedavisi sırasında uygulanan erken ve sıralı  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT taramaları, tümörün tedaviye verdiği yanıtı değerlendirmek amacıyla ve bir teşhis aracı olarak kullanılmıştır. Radyasyon tatbiki sırasında  $\text{SUV}_{\text{max}}$  değerindeki azalma ve metabolik tümör hacmindeki küçülme, teşhis açısından iyi bir indikatör olduğunu kanıtlamıştır. Hentschel ve arkadaşları<sup>22</sup>, CRT'nin ilk gününden (0 Gy) birinci veya ikinci

haftaya (10 veya 20 Gy) kadar geçen sürede  $\text{SUV}_{\text{max}}$  değerindeki düşüşün, baş ve boyun kanserli hastalar için potansiyel bir prognostik işaretleyici olduğunu göstermişlerdir. 37 hastanın seri PET (CRT'den önce bir tarama, CRT sırasında üç tarama gerçekleştirilmiştir) verileri, toplam 10-20 Gy'lik doz tatbikinden sonra (CRT tedavisinin başlangıcından 1-2 hafta sonra)  $\text{SUV}_{\text{max}}$  değeri %50'den fazla azalan bir hastada, iki yıllık genel ve hastalısız yaşama oranları ile lokal kontrol oranının daha yüksek (%88) olduğunu göstermiştir.  $\text{SUV}_{\text{max}}$  değeri %50'den az düşen grupta, daha düşük yaşama ve lokal kontrol oranı (%40) gözlenmiştir. Ön tedavi amacıyla, 10,2 ml'den küçük GTV'li bir PET taraması yapılmış olup bu tarama, iki yıllık genel yaşama oranının yükselmesini sağlamıştır (10,2 ml'den büyük veya 10,2 ml'lik GTV'li PET taramasında %34; 10,2 ml'den küçük GTV'li PET taramasında %83).

#### Referanslar

1. www.cancer.net
2. Schoder H, Yeung H. Positron emission imaging of head and neck cancer, including thyroid carcinoma. *Semin Nucl Med* 2004;34:180-97
3. Connel et al *Head Neck* 2007;29:986-95
4. Roh et al *Oral Oncol* 2007; 43:887-93
5. Ng et al *JNM* 2005; 46:1136-43
6. Deantonio et al *Radiation Oncology* 2008, 3:29
7. Stoeckli et al *Head Neck*. 2002 Apr;24(4):345-9
8. Bilde A, Von Buchwald C, Mortensen J, Marving J, Therkildsen MH, Kirkegaard J, et al. The role of SPECT-CT in the lymphoscintigraphic identification of sentinel nodes in patients with oral cancer. *Acta Otolaryngol* 2006;126:1096-103
9. Lonneaux et al *J Clin Oncol*. 2010 Mar 1;28(7):1190-5.
10. Subramanyan et al *AJNR* April 2010
11. Daisne et al *Radiology*. 2004 Oct;233(1):93-100
12. Ciernik et al *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 57:853-63
13. Soto et al *Radiother Oncol* 89:13-18
14. Schwartz et al *Head Neck* 2005 June. 27(6): 478-481
15. Madeni et al *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007; 68:126-135
16. Little et al *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2011 Nov 4
17. Geets et al *Radiother Oncol* 2007;85:105-15
18. Geets et al, *Radiother Oncol* 78:291-297, 2006
19. Duprez et al *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2011 Jul 15;80(4):1045-55
20. Ong et al *J Nucl Med* 2008; 49:532-540
21. Kao et al *Cancer* 2009;115:4586-94
22. Hentschel et al *Eur J Nucl Med Mol Imaging* (2011) 38:1203-1211

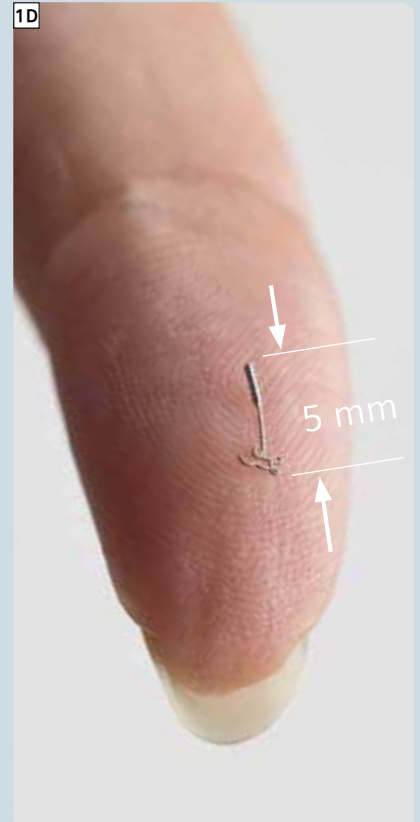
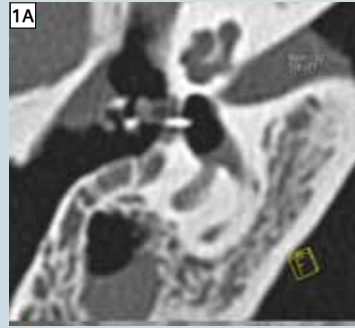


# syngo DynaCT Micro\* detaylandırma düzeyinin artırılması

Yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro tekniğinin kullanımı, başta implant ve kemiksi yapıların (yani kırıkların) görüntülenmesinde olmak üzere syngo DynaCT sisteminin uygulama spektrumunu büyük oranda genişletecektir.

“Elde ettiğimiz deneyimler, daha yüksek uzaysal çözünürlüğün görüntülerde görülebildiğini ortaya koymaktadır. Kemiksi yapılar, daha net ve daha etkileyici bir şekilde görünmektedir. Nöroradyoloji, küçük yapıların görüntülenmesine dayalıdır. Syngo DynaCT Micro sisteminin sunduğu da işte tam olarak budur.”

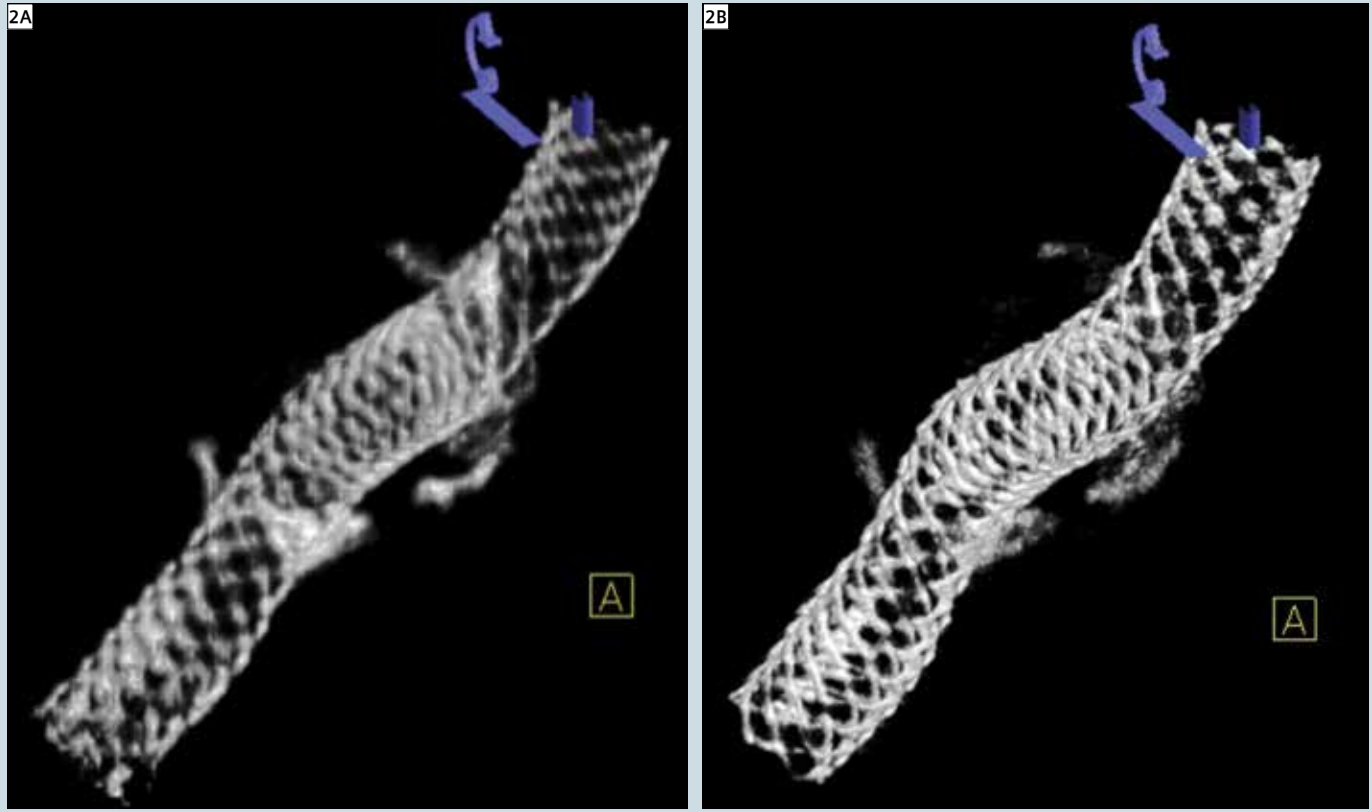
PD Tobias Struffert, M.D.  
Nöroradyoloji Bölümü,  
Erlangen Üniversitesi,  
Erlangen, Almanya



**1** Temporal kemik taraması  
hazırlığının karşılaştırmalı görüntüsü  
[A] MSCT  
[B] syngo DynaCT  
[C] syngo DynaCT Micro  
[D] Protez

## Temel Avantajlar

- Her bir pikseli kullanarak daha yüksek çözünürlük
- Uzaysal çözünürlükte artış
- Stent veya kemikçik protezleri gibi küçük yapıların çok daha iyi görüntülenmesi



**2** Anevrizma duvarı kalsifikasyonlu akış yönü değiştiricinin kıyaslama VRT görüntüsü. [2A] syngo DynaCT; [2B] syngo DynaCT Micro.

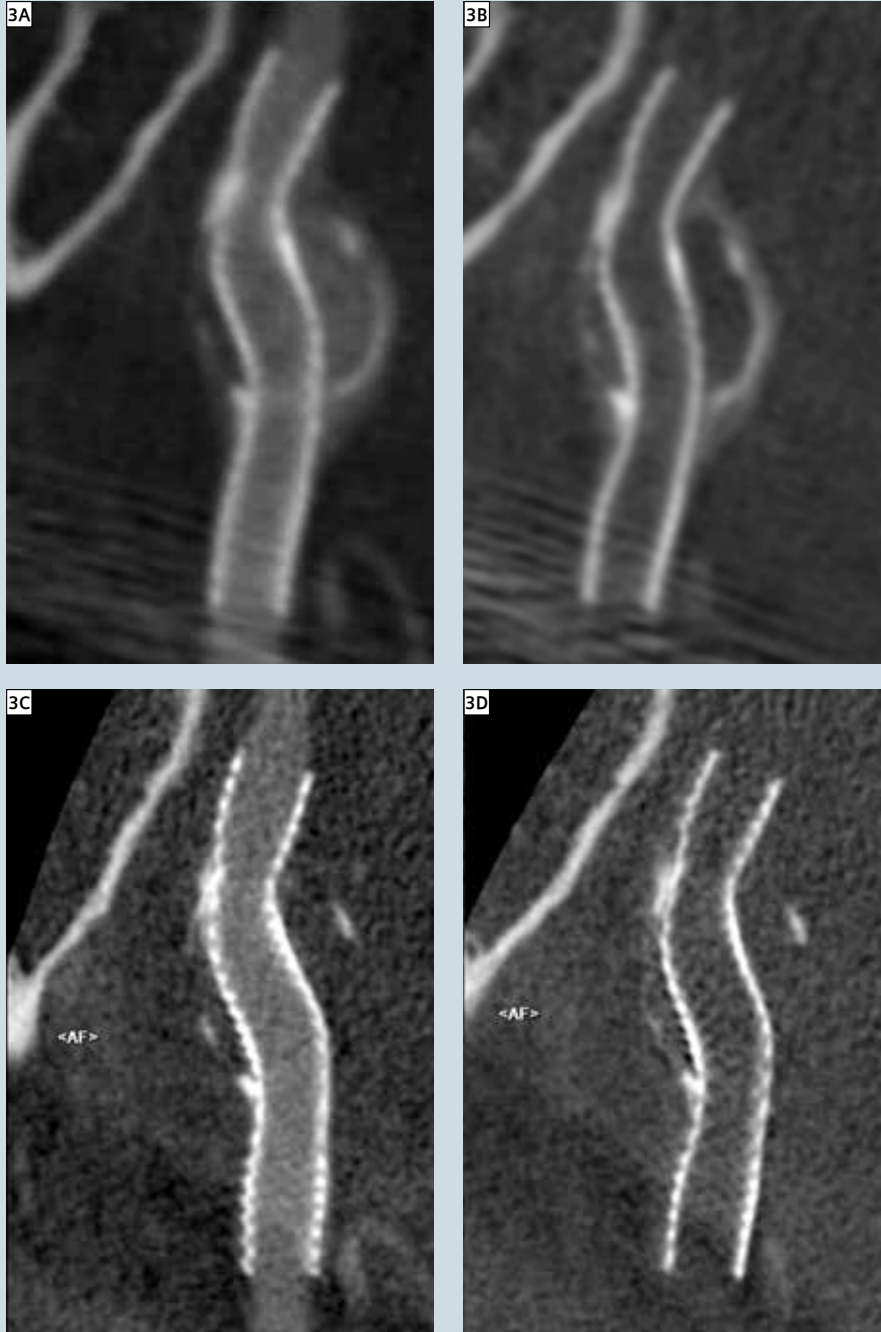
syngo DynaCT günümüzde çok sayıda uygulamaya kapı açmış yerleşik bir görüntüleme teknolojisidir. Kullanılan protokole bağlı olarak mükemmel uzaysal çözünürlükle yüksek kontrastlı görüntüleme yapılabilir. Bugüne dek girişimsel radyolojide standart syngo DynaCT uygulamaları için 2x2 veri gruplama (diğer bir deyişle, 4 dedektör pikseli, 2x2 büyüklüğündeki bir karenin bir piksel olarak taranması) yöntemi kullanılmaktadır. syngo DynaCT Micro, 22 cm'lik bir görüş alanıyla (Zum 3) 1x1 veri gruplama tekniği kullanılarak 3 boyutlu veri setlerinin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde tüm dedektör pikselleri, ayrı ayrı olarak taranmakta ve bu durum, özellikle yüksek kontrastlı objelerde daha fazla detay hassasiyeti sunan yüksek bir uzaysal çözünürlük sunmaktadır. Yüksek uzaysal çözünürlüğü göstermek amacıyla temporal kemik örneği, karşılaştırmalı görüntü için farklı

görüntüleme teknikleriyle analiz edilmiştir. 5 mm uzunluğundaki üzengi kemiği protezi, standart prosedürle örneğe yerleştirilmiş ve şu programlar kullanılarak incelenmiştir:

1. Siemens AS Plus: Çok Kesitli CT (128 sıra, standart temporal kemik programı)
2. Artis: DynaCT Head (20 s DR)
3. Artis: DynaCT Micro (20 s DR, Zum 3)

İki adet syngo DynaCT veri seti, HU çekirdeği ve keskin görüntü impresyonu ile yeniden yapılandırılmıştır. BT rekonstrüksiyonu B70 S çekirdeği seçilmiştir. 0,5 mm kalınlığındaki ilgili eksensel kesitler yeniden yapılandırılmıştır. Karşılaştırmalı (Şekil 1A-D) görüntüler, standart syngo DynaCT (Şekil 1B) sisteminin görüntü kalitesinin MSCT tekniğinin (Şekil 1A) görüntü kalitesinden

çok daha iyi olduğunu ortaya koymuştur. syngo DynaCT Micro (Şekil 1C) sisteminde ise görüntü kalitesi, çok daha fazla yükselmektedir. Mastoid hücrelerin trabeküler yapısı, belirgin bir şekilde daha keskindir. İmplantın yapısı dahi, standart syngo DynaCT taramasında (Şekil 1B) çok daha kolay görülmektedir. Ayrıca, intrakraniyal stent ve akış yönü değiştiricilerinin yüksek çözünürlük görüntülemesinde syngo DynaCT, fazlasıyla kabul gören bir yöntem haline gelmiştir. Kontrast maddesinin intravenöz tatbikinden sonra implantın tamamen açıldığını ve damar duvarına tam olarak adapte olduğunu teyit etmek amacıyla implantasyonu değerlendirmek için minimum düzeyde invazif izleme yapılabilir. Bir hastanın iç biçimli (fusiform) vertebral anevrizmasına bir akış yönü değiştirici takılmıştır (Şekil 2A, B). İmplantasyondan



**3** Akış yönü değiştiricinin MPR rekonstrüksiyonları: syngo DynaCT sistemi kullanılarak kontrast maddeli [A] ve kontrast maddesiz [B] gerçekleştirilen temel analiz; üç ay sonra syngo DynaCT Micro sistemi kullanılarak kontrast maddeli [C] ve kontrast maddesiz [D] gerçekleştirilen takip taraması.

hemen sonra temel analiz olarak intravenöz syngo DynaCT görüntüleme tekniği uygulanmıştır (10sDSA). Üç ay sonra yapılan takip analizinde, yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro programı olarak 10s DSA kullanılmıştır. Her iki taramada da 60 cc'lik kontrast maddesi tatbik edilmiştir.

İmplant, VRT rekonstrüksiyonlarına (Şekil 2A, B) kıyasla standart syngo DynaCT tekniğinde tamamen açık bir şekilde görünmektedir (Şekil 2A). Ancak yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro tekniğinde (Şekil 2B) akış yönü değiştiricinin birbirine geçmiş yapısı, çok daha iyi çözünürlükle görüntülenmiştir.

Anevrizma duvarında bazı kalsifikasyonlar da açıkça görülmektedir. MPR rekonstrüksiyonlarında yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro tekniği (Şekil 3A, B), herhangi bir intimal hiperplazi ortaya koymamaktadır. Akış yönü değiştiricinin strutları, tek tek çok net bir şekilde görülmemektedir. Standart syngo DynaCT tekniğinde (Şekil 3C, D) akış yönü değiştiricisinin strutları, temel analizde çok zor tespit edilmektedir. Burada anevrizma hala perfüzedir. İki veri seti karşılaştırıldığında akış yönü değiştiricisinin syngo DynaCT Micro sistemi ile değerlendirilmesi çok daha kolaydır.

## Özet

Yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro tekniği kullanılarak yapılan temel analizlerin bir sonucu olarak görüntüler, daha yüksek bir uzaysal çözünürlüğün elde edilebileceğini açık bir şekilde göstermektedir. Temporal kemik örneğinin başlangıç analizleri de, trabeküler yapının görüntülenmesinde önemli bir gelişim olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, temporal kemik örneğindeki üzengi kemiği protezinin görüntüsü, yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro tekniğinde çok daha keskindir. Yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT Micro tekniği, intravenöz kontrast madde enjeksiyonu ile birlikte gerçekleştirilebilir. Böylece mükemmel bir implant görüntülemesi yapılabilir ve lümen değerlendirmesi çok daha kolay bir hale getirilebilir. Bu nedenle, implantların yüksek çözünürlüklü görüntülenmesi syngo DynaCT Micro için olumlu bir emareddir.

## Yüksek çözünürlüklü syngo DynaCT

Micro tekniğinin kullanımı, başta implant ve kemiksi yapıların (yani kırıkların) görüntülenmesinde olmak üzere syngo DynaCT sisteminin uygulama spektrumunu büyük oranda genişletecektir.

\* Artis Q ve Artis Q.zen sistemleri, halihazırda FDA Denetimine tabidir ve ticari olarak henüz ABD'de satılmamaktadır.



# Yeni, yazılım bazlı, dağınık görüntüleri düzeltme özellikli, gridsiz görüntüleme tekniğiyle tam saha dijital mamografide doz tasarrufu

A. Fieselmann<sup>1</sup>, D. Fischer<sup>1</sup>, G. Hilal<sup>2</sup>, T. Mertelmeier<sup>1</sup>, D. Uhlenbrock<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Siemens AG, Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya

<sup>2</sup> Düsseldorf Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya

<sup>3</sup> St. Josefs Hastanesi, Dortmund, Almanya

SBSC özellikli gridsiz görüntülemenin, gridli görüntüleme ile aynı görüntü kalitesini sunduğu tespit edilmiştir. Bu yazılım sayesinde hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozu da düşürülebilir.

## Amaç

Tarama sırasında görüntü dağılmasını önleyen grid olmaksızın, yeni, yazılım bazlı, dağınık görüntüleri düzeltme (SBSC) özellikli görüntüleme tekniğiyle dijital mamografide sağlanan doz tasarrufu ve artan görüntü kalitesinin araştırılması.

## Gereç ve Yöntem

Gridsiz görüntülemelerde kullanılan yeni, dağınık görüntüleri düzeltme algoritması, öncelikli olarak nümerik simülasyonları ve fiziki fantom çalışmaları ile teyit edilmiştir. Hastaya tatbik edilen doz, gridsiz görüntüleme tekniği ile azaltılabilir (primer radyasyonun grid atenuasyonu yoktur). Yapılan ölçümlerden, optimize edilmiş, meme kalınlığına bağlı doz düşürme faktörleri (DRF) belirlenmiştir. Klinik değerlendirme için mamografik bulguları bilinen 75 kadın hastanın (hastaların %68'inde kitle, %28'inde kalsifikasyon, %25'inde yapısal bozukluklar mevcuttur) bilgilendirilerek onaylarının alınmasıyla, etik komite onaylı bir özellik analizi yapılmıştır. Her bir hasta, bir sıkıştırma fazında iki adet mamografi taramasından geçirilmiştir: 1. gridli, 2. SBSC özellikli ve gridsiz. İkinci taramanın tüp akım-zaman çarpımı DRF'ye göre düşürülmüş, diğer tüm görüntüleme parametreleri sabit tutulmuştur. Her bir vaka için her iki mamogram, genel

görüntü kalitesi ve 7 ek metrik açısından 7 noktalı Likert ölçeği ve 5 kör değerlendirici kullanılarak karşılaştırılmıştır.

## Sonuç

Simülasyonlar ve fantom çalışmalar, DRF'nin lineer fonksiyonunu ortaya koymuştur (eğim: BT'nin  $\%0,34 / \text{mm}$ ). Doz tasarrufu, küçük memelerde en yüksek düzeydedir. Klinik çalışmada gerçek DRF,  $\%33$  ( $20\text{mm} \leq \text{BT} < 30\text{mm}$ ) ile  $\%15$  ( $80\text{mm} \leq \text{BT} < 90\text{mm}$ ) arasında değişiyordu. Standart bir tarama grubunun BT dağıtımı ile ağırlıklı olarak hesaplandığında ortalama doz tasarrufu  $\%23$  düzeyindedir. İki tarama prosedürü kıyaslandığında genel mamografik görüntü kalitesinin ortalama değeri,  $\%95$ 'lik doğruluk seviyesiyle, Likert ölçeğine göre 0,3 puandan azdır. 7 ek parametre için de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre SBSC özellikli gridsiz görüntülemenin, gridli görüntüleme ile aynı görüntü kalitesini sunduğu tespit edilmiştir.

## Sonuç

SBSC özellikli bir taramada gridin çıkarılması, dijital mamografide bir yandan görüntü kalitesini muhafaza ederken diğer yandan hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozunu düşürmektedir. SBSC, araştırma amaçlı bir yazılım olmasına

rağmen bu yazılımın ABD yasalarına göre araştırma amacıyla kullanımı kısıtlanmıştır. Yazılım henüz ABD'de satılmamaktadır, yazılımın gelecekteki erişilebilirliği de garanti edilemez.

## Klinik Uyumluluk / Uygulama

Görüntü dağılımlarını önleyen gridler, primer radyasyon atenuasyonu nedeniyle mamografide hastaların maruz kaldıkları radyasyonu arttırmaktadır. SBSC yazılımı sayesinde söz konusu gridler dijital mamografi tekniğinde devre dışı bırakılabilir; bu sayede hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozu düşürülebilir.

# HCC – hedeflenen tümör artıkları syngo DynaCT destekli

syngo DynaCT tekniği ile yapılan taramalar, tümör rezidüsünün tamamının mevcut kateter pozisyonundan görüntülenebileceği ve tümörü besleyen diğer damarlar için araştırma yapmaya gerek olmadığı hususunda güven vermiştir.

Tobias F. Jakobs, M.D., Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Bölümü Şefi

Barmherzige Brüder Munich Hastanesi, Münih, Almanya



“syngo DynaCT, tümörü besleyen damarın hızla tespit edilmesini ve tümör artığının, tümör taşımayan sağlıklı karaciğer parenkimasına müdahale edilmeksizin hedeflenmesini sağlar.”

Tobias F. Jakobs, M.D.,  
Tanısal ve Girişimsel Radyoloji  
Bölümü Şefi,  
Barmherzige Brüder Munich Hastanesi,  
Münih, Almanya

## Hasta geçmişi

Alkol kaynaklı karaciğer sirozu ve karaciğerinin sağ lobunda tekli bir HCC'si (8 cm) bulunan (Şekil 1, ok ile gösterilen), 78 yaşında erkek hasta. Altı hafta önce 100 mg doksorubisin yüklü, ilaç kaplı boncuklarla (100-300 µm) tek bir transarteriyel kemo-embolizasyon (TACE) gerçekleştirilmiştir. Kontrol amaçlı yapılan ilk MR taramasında, eski tümörün ön kısmında, artık tümör dokusunu (Şekil 2, ok ile gösterilen) temsil eden nodüler bir kontrast artışı olduğu ortaya koyulmuştur. Bunun üzerine, hastanın tekrar TACE tedavisine alınmasına karar verilmiştir.

## Teşhis

Hepatoselüler Karsinoma (HCC).

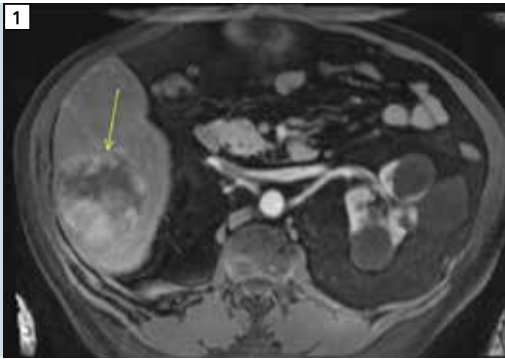
## Tedavi

TACE tedavisinin tekrarlanmaya başladığı ilk gün, sağ hepatic artere yerleştirilen 4F Cobra tipi bir kateter ile başlangıç anjiyogramı (Şekil 3) çekilmiştir. Anjiyogramda, tümörü (sarı ok ile gösterilen) besleyen potansiyel tümör besleyici damarlar (beyaz oklar ile gösterilen) tespit edilmiştir. Tümörü potansiyel olarak besleyen bu damarlardan birine kateter takılmış ve ek bir tarama gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Bu noktada, artık tümörün tamamının bu pozisyonundan görüntülenip görüntülenemeyeceği veya tümörü potansiyel olarak besleyen diğer damarların da analiz edilmesinin gerekli olup olmadığı anlaşılamamıştır. syngo DynaCT ile yapılan tarama (Şekil 5A-C ve 6), artık HCC'nin tamamının bu

noktadan görüntülenebileceğini (buna karşın neredeyse hiçbir sağlıklı karaciğer parenkimasının etkilenmeyeceğini) ortaya koymuştur (tedavi öncesi yapılan MR taramasına kıyasla). Ayrıca tümörü besleyen diğer damarlar için herhangi bir araştırma yapmaya gerek kalmamıştır. İlaç kaplı boncuklar, bu kateter pozisyonunda güvenli bir şekilde tatbik edilmiştir.

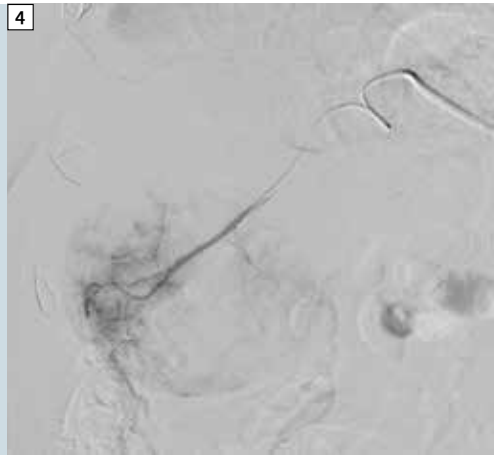
## Yorumlar

syngo DynaCT tekniği ile yapılan taramalar, tümör artığının tamamının mevcut kateter pozisyonundan görüntülenebileceği ve tümörü besleyen diğer damarlar için herhangi bir araştırma yapmaya gerek olmadığı hususunda girişimsel radyoloğa güven vermiştir.



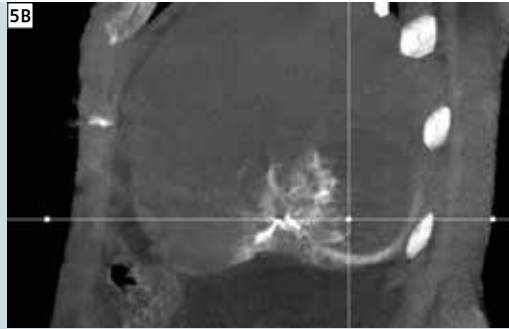
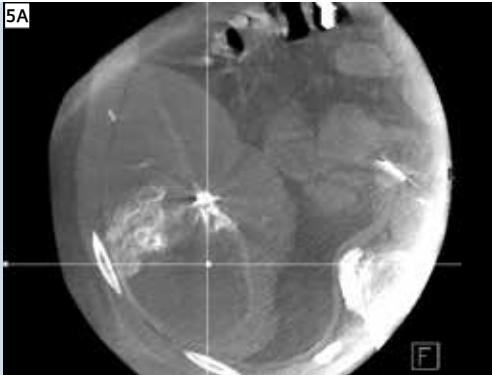
**1** Karaciğerin sağ lobunda 8 cm büyüklüğünde tek bir HCC gösteren başlangıç MR taraması.

**2** Eski tümörün ön kısmında, artık tümör dokusu (ok ile gösterilen) bulunduğunu gösteren kontrol amaçlı MR taraması.

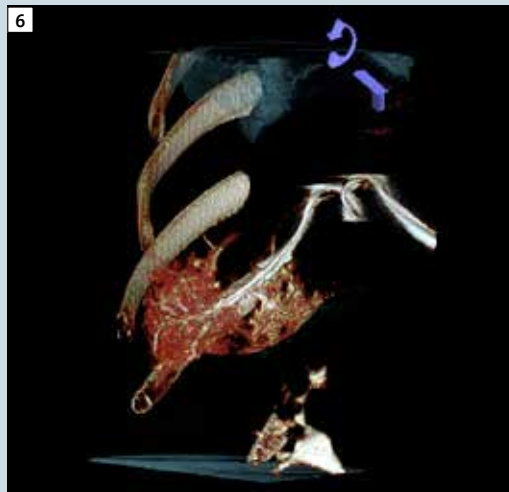
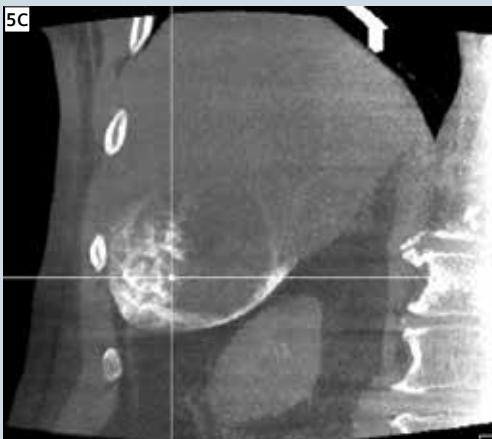


**3** Anjiyografi, potansiyel olarak tümörü (sağ ok ile gösterilen) besleyen damarları (beyaz oklar ile gösterilen) göstermektedir.

**4** Tümörü besleyen damarlardan birinin seçilmiş anjiyogramı.



**5** [A-C] Artık HCC'nin tamamının görüntülediği, syngo DynaCT ile teyit edilebilir (MIP gösterimi).



**6** syngo DynaCT ile teyit edildiği üzere (VRT gösterimi) artık HCC tamamen görüntülenebilmektedir.



# Münferit mezenterik karsinoid tümör: ameliyat öncesi ve sırasında <sup>111</sup>In Oktreotid SPECT•CT-tabanlı lokalizasyon

SPECT•CT prosedürünün bir parçası olarak Symbia T16 sistemiyle gerçekleştirilen, nefes tutmalı, ince kesitli BT görüntüleme, normal ebatlı patolojik mezenterik lenf düğümlerinin tespit edilmesine yardımcı olmuştur.

William Pavlosky, MD ve Jozef Nycz, CNMT

Kanada, Ontario'da bulunan Timmins and District Hastanesi tarafından sunulan vaka çalışması verileri

## Hasta geçmişi

62 yaşındaki kadın hastanın nadiren karın ağrısı şikayeti bulunmaktadır. Hasta, başlangıçta divertiküler hastalık teşhisiyle tedavi edilmiş olsa da şikayetleri devam etmiş olup bu durum, bağırsak tıkanması şüphesinin doğmasına yol açmıştır. Bu şüphe üzerine hastaya, abdominal CT taraması tatbik edilmiştir. 2010 yılının Ocak ayında oral yoldan kontrast madde tatbikli abdominal

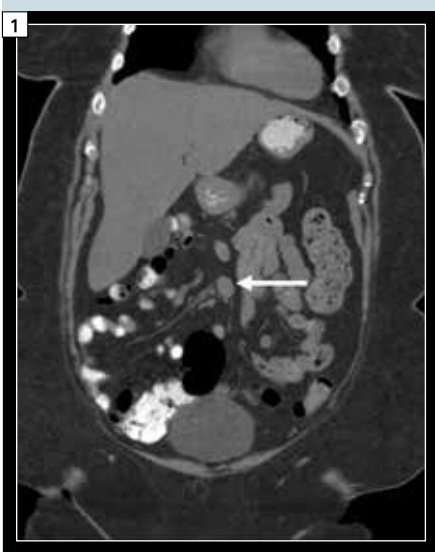
CT taraması (Şekil 1) yapılmış olup bu taramada, patolojik bir mezenterik lenf düğümü (beyaz ok ile gösterilen) tespit edilmiştir. İlk değerlendirmede lenf düğümünün iyi huylu olduğuna karar verilmiştir. Ancak bağırsak tıkanmasına işaret eden belirtiler ışığında hastaya laparotomi tatbik edilmiştir. İnce bağırsağın küçük bir kısmı alınmış ve reanastomoz uygulanmıştır. Çıkarılan bağırsak ansının histopatolojisinde, luminal

nöroendokrin tümör pozitif çıkmıştır. Sık sık giren karın krampları dahil olmak üzere bağırsak tıkanmasına dair tüm belirtiler, hafifledikten devam etmiştir. Bu nedenle, mezenterik düğümün bağırsakta bulunan bir karsinoid tümör veya ek karsinoid tümörler olma ihtimali artmıştır.

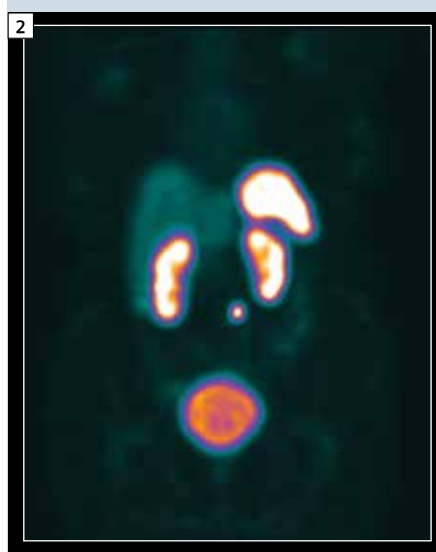
## Teşhis

Karsinoid tümör bulunup bulunmadığının netleştirilmesi için hastaya, Indium-111 (<sup>111</sup>In) Oktreotid SPECT•CT taraması tatbik edilmiştir. Bu çalışma, ilk CT taramasından neredeyse 2 yıl sonra, 2011 yılının Kasım ayında gerçekleştirilmiştir. SPECT•CT taraması, yüksek çözünürlüklü entegre tanısal BT tarayıcılı bir Symbia™ T16 sisteminde gerçekleştirilmiştir. Geleneksel SPECT•CT tarayıcılarından %26'ya varan oranda daha yüksek bir sayım hızına sahip Symbia T16 kullanılarak gerçekleştirilen SPECT•CT taraması, <sup>111</sup>In Oktreotid maddesinin, başlangıçtaki CT taramasında tespit edilen, mezenterik lenf düğümleri tarafından yoğun bir şekilde alındığını göstermiştir. Anormal başka bir fokal alım görüntülenmemiştir. CT çalışması, başka herhangi bir patolojik mezenterik düğüm bulunmadığını ortaya koymuştur.

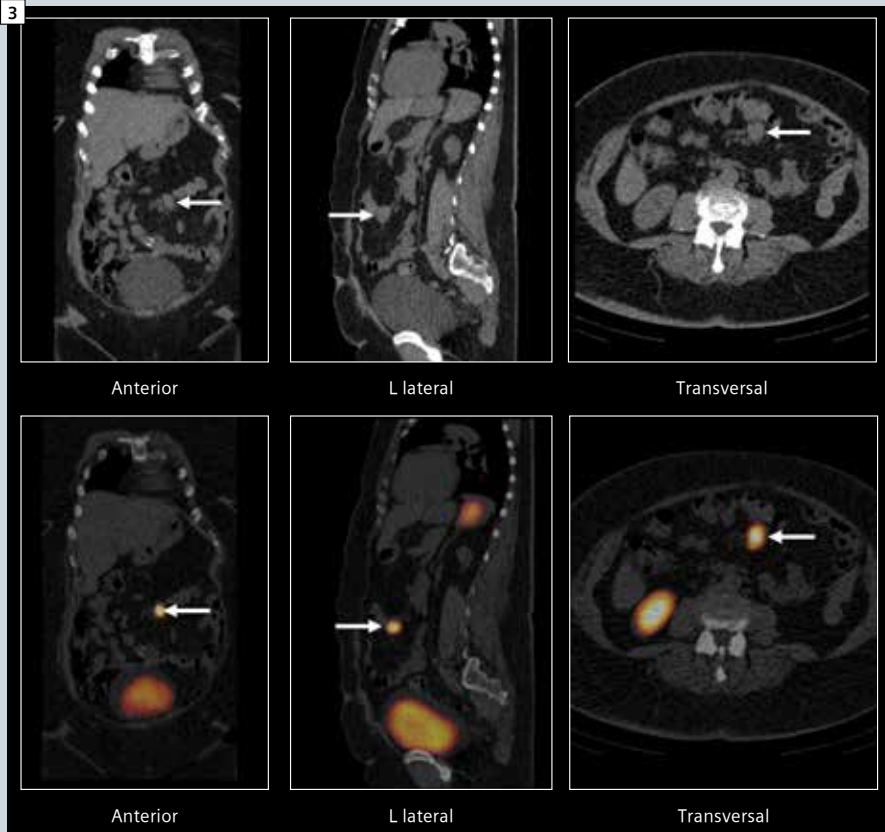
Hasta, yüksek çözünürlüklü SPECT•CT taramasından hemen sonra ameliyata alınmıştır. Karsinoid tümör ile birlikte yanındaki ince bağırsak ansı ve mezenter kesilip çıkarılmıştır. Cerrahi olarak çıkarılan örnek, histopatoloji birimine gönderilmiştir. Yüksek oranda izleyici madde aldığı



**1** 2010 yılının Ocak ayında oral yoldan kontrast maddesi tatbikli abdominal CT taraması yapılmış olup bu taramada, önemli bir mezenterik lenf düğümü (beyaz ok ile gösterilen) tespit edilmiştir. İlk değerlendirmede lenf düğümünün iyi huylu olduğuna karar verilmiştir.



**2** Tüm vücut <sup>111</sup>In Oktreotide SPECT•CT görüntüsünde, abdominal bölgede yoğun fokal madde alımı görülmekte olup bu durum, karsinoid tümörü çağırıştır. Dalak ve böbrek tarafından yoğun bir şekilde, karaciğer tarafından orta düzeyde alınan izleyici madde miktarı, normal sınırlar içindedir.



**3** CT ve birleşik SPECT-CT görüntüleri, izleyici madde tatbik edilen ve büyük ihtimalle mezenterik bir karsinoid tümör olan mezenterik bir kitlenin bulunduğunu göstermektedir.

### İnceleme protokolü

| Tarayıcı     | Symbia T16                               |
|--------------|------------------------------------------|
| Doz          | 5,7 mCi'lik <sup>111</sup> In Octreotide |
| Parametreler | 30 çerçeve, 30 saniye/çerçeve            |
| CT           | 130 kV, 50 mAs, 3 mm'lik kesit           |

ameliyat sırasında cerrah mili tarafından tespit edilen, lenf düğümü ve çıkarılan mezenterden örneklendirilen 11 lenf düğümünden 3'ünde karsinoid tümör pozitif tespit edilmiştir.

### Yorumlar

Yoğun bir şekilde izleyici madde almasına ve SPECT taramasında net bir şekilde görüntülenmesine rağmen lezyonun, kesin yerinin saptanması açısından tam entegre tanısı BT tekniği gerekiyordu. Bu teknik, ayrıca, karsinoid ve yanındaki mezenterin gerektiği şekilde kesilip çıkarılması prosedürünün planlanmasına yardımcı olmuştur. Kesip çıkarılan ve histopatoloji sonuçları pozitif karsinoid olan, buna karşın SPECT-CT taramasında açık bir şekilde tanımlanamamış üç lenf düğümü, büyük bir ihtimalle normal ebatlı lenf düğümleridir ve yeterli miktarda <sup>111</sup>In Oktreotid almadıkları için bu düğümlerde hastalığın ancak mikroskopik düzeyde görülebilmesi söz konusu olmuştur. SPECT-CT prosedürünün

bir parçası olarak Symbia T16 sistemiyle gerçekleştirilen, nefes tutmalı, ince kesitli BT görüntüleme, az miktarda izleyici madde alması ve kesip çıkarılması gereken normal ebatlı mezenterik lenf düğümlerinin tespit edilmesine yardımcı olmuştur. Symbia T16 sisteminde yapılan flash görüntüleme rekonstrüksiyonu, mezenterik lenf düğümü metastazlarının tümünde görüldüğü gibi az miktarda izleyici madde alan küçük lezyonların daha iyi görüntülenmesini sağlamaktadır. Genelde ince bağırsakta gelişen midgut karsinoid (MGC) tümörler, vakaların yarısından fazlasında mezenterde lenf düğümü metastazlarına yol açmaktadır. İnce bağırsak karsinoidleri, genelde bağırsak krampları ve şişkinlik gibi bağırsak semptomları gösteren karsinoid sendromunun en önemli nedenidir. Bu tümörler, genelde uzun bir süreç içinde yavaş yavaş gelişim göstermektedirler. Bu tümörlerin büyük bir kısmı cerrahi olarak kesilip çıkarılabilir olsa da belirli

bir kısmı inoperabl (ameliyat edilemez) olup, superior mezenterik venin (SMV) tıkanmasına yol açabilir. Genelde, bağırsak duvarının yavaş çalışması ile ilişkilendirilen bu durum, yoğun karın ağrılarına, ishal ataklarına ve beslenme yetersizliğine yol açmaktadır<sup>1</sup>. Cerrahi müdahalede, uzun süreli ciddi abdominal komplikasyonlara ve mezenterik duvarların sıkışması nedeniyle tipik fibrotik bağırsak sıkışmalarına ve ince bağırsak iskemisine neden olabilecek mezenterik metastazların çıkarılmasına yönelik çabalar yer almalıdır. Buna karşın nadir<sup>2</sup> görülen bir durum olan primer mezenterik karsinoid tümör, genelde mezenterik bir kitle olarak ortaya çıkmaktadır.

### Referanslar

1. Kerstrom et al Best Pract Res Clin Gastroenterol. 2005 Oct;19(5):717-28
2. Yamanuha et al Hawaii Med J. 2009 Jul;68(6):137-9

# Makine öğrenimi bazlı bir pencereleme algoritması Turing testini geçebilir mi?

Optimum ayarları otomatik olarak belirleyen yeni bir algoritma, bir dizi meme kompozisyonu özelliğini hesaplamakta ve bunları optimum ayarlara göre haritalamak için doğrusal regresyon tekniğini kullanmaktadır.

A K Jerebko, PhD, Erlangen, Bavyera-Almanya; G Hermosillo-Valadez, PhD; V C Raykar, PhD; A Fieselmann; S Abdurahman; T Mertelmeier, PhD

## Arka plan

Kesin tanısal Meme Tomosentez görüntüleri, uygun parlaklık ve kontrast ayarları kullanılarak değerlendirilmelidir. Meme yoğunluğu ve kompozisyonundaki (yağ ve glandüler dokular, kalsifikasyonlar ve yaralar) farklar ile kontrast ve parlaklık tercihlerindeki yüksek gözlem içi değişkenliği, tüm hastalar ve değerlendirme uzmanları için optimum ayarların tanımlanmasını zorlaştırmaktadır. Optimum ayarları, radyolog tercihlerine ve her bir meme dokusunun özelliklerine göre otomatik olarak belirleyen bir algoritma geliştirdik. Bu algoritma, bir dizi meme kompozisyonu özelliğini hesaplamakta ve bunları optimum ayarlara göre haritalamak için doğrusal regresyon tekniğini kullanmaktadır.

## Tartışma

2 ve 4 no'lu değerlendiricilere göre algoritma Turing testini ( $p < 0,05$ ) başarıyla geçmiştir. Değerlendirme uzmanları arasında en deneyimli olan 1 no'lu değerlendirici, hastaların %50'sinden fazlasında detaylı ayarlar tanımlayabilmiştir. Tüm değerlendiriciler, vakaların tamamında bilgisayar tarafından hesaplanan ayarların makul olduğunu teyit etmişlerdir.

## Değerlendirme

Algoritmayı değerlendirmek için bir Turing testi (bir makinenin akıllı davranış sergileme yeteneğinin test edilmesi) tasarladık. Karar verici konumdaki bir kişi algoritmayı insandan net bir şekilde ayıramadığında söz konusu algoritmanın testi geçtiği kabul edilmektedir. Algoritma, bir uzman tarafından sağlanan optimum

ayarlar kullanılarak 28 hacimli bir küme temelinde eğitilmiştir. Dört değerlendirici ise 59 hacimden oluşan bağımsız bir kümeyi değerlendirmişlerdir. Her değerlendiriciye aynı hacimler, biri uzman (2 no'lu değerlendirici), diğeri algoritma tarafından sunulan iki ayar ile birlikte gösterilmiştir. Tercih edilen ayarları seçmek zorunda olan değerlendiriciler, buna karşın birbirine denk olan ayarları belirtebilmişlerdir. Değerlendiriciler hangi ayarın uzman tarafından sunulduğunu bilmiyorlardı. Her bir değerlendirici için, uzman ayarlarının tercih edildiği hacimlerin kesir değerini (F), %95'lik doğruluk düzeyini (CI) ve p-değerlerini hesapladık. Buna göre: 1. değerlendiricide  $F = 0,58$  [34/59] (%95 CI=[0,45, 0,70],  $p=0,882$ ); 2. değerlendiricide  $F = 0,34$  [20/59] (%95 CI=[0,22, 0,46],  $p=0,004$ ); 3. değerlendiricide  $F = 0,43$  [25/59] (%95 CI=[0,30, 0,55],  $p=0,118$ ); 4. değerlendiricide  $F = 0,32$  [19/59] (%95 CI=[0,20, 0,44],  $p=0,002$ ).

## Sonuç

Geliştirilen algoritma, rutin Meme Tomosentezi değerlendirmesinde faydalı olabilir.

SIEMENS



A91XP-9265-A1-7600

[www.siemens.com/cios-alpha](http://www.siemens.com/cios-alpha)

# Cios Alpha

"Full View FD" ile gerçek gücü görün.



Dünyanın ilk, her zaman "Tam Görüş Açısı" sunan mobil FD C-kollu cihazı Cios Alpha, yüksek bir görüntü kalitesi sağlar. Siz de bu sayede prosedürlerinizi daha güvenli bir şekilde gerçekleştirebilir ve değerlendirebilirsiniz.

En zorlu durumlar ve en uzun prosedürler için dahi ihtiyaç duyduğunuz gücü sunabilen Cios Alpha, bir yandan sezgisel ve kolay sistem kontrolünü hiçbir çaba harcamadan elde edilen tarama hassasiyeti ile birleştirirken, diğer yandan cerrahi iş akışlarınıza sorunsuz bir şekilde entegre olur.

**Cios Alpha. "Full View FD" ile gerçek gücü görün.**

**Answers for life.**



# SIEMENS



[www.siemens.com/RSNA](http://www.siemens.com/RSNA)

## Yanıtlar, görüntülendi.

Siemens, ACUSON X700™ ultrason sistemini sunarak sağlık sektöründe kalite ve verimliliği artırıyor.

Siemens olarak ultrason deneyimini yeniden tanımlayan bir sistem sunuyoruz.

Görüntü kalitesinden tasarımındaki yeniliklere, sunduğu yüksek teknolojilerden gelecekteki işlevselliğine kadar birçok özelliği barındıran ACUSON X700 sistemi, mükemmel bir performans, yüksek düzeyde güvenilirlik ve benzersiz bir katma değer sunarak, görüntüleme prosedürünü yeni boyutlara taşıyor. Sistemin üzerinde çok düşünülmüş tasarımı ve klinik açıdan faydalı teknolojilerin kullanımı, kullanıcı deneyimini artırıyor.

ACUSON S ultrason sistemleri, ürün ailesinin™ gelişmiş teknolojilerinin kullanıldığı ACUSON X700 sistemi, doktorların daha yüksek tanısal güvenlik ile daha fazla unsur keşfetmelerini sağlayan görüntüler üretir. Bir dizi uygulama ile tamamen yükseltilebilir olan ACUSON X700 sistemi, müşterilerimizin ihtiyaçları ile büyüyor. Bu nedenden dolayı siz de yatırımınızdan daha fazlasını bekleyebilirsiniz.

ACUSON X700 sistemi ile daha fazlasını keşfedin, tecrübe edin ve bekleyin.



Mobil cihazınızdaki QR kod okuyucu ile QR kodu taratınız!

Answers for life.