

İnovasyon

Radyoloji Özel Sayısı

Ağustos 2014

www.siemens.com.tr/inovasyon

SIEMENS

Yeni nesil
kardiyak
parametrik
haritalama: T1 ve
T2 haritalamanın
klinik rolü

Sayfa 4

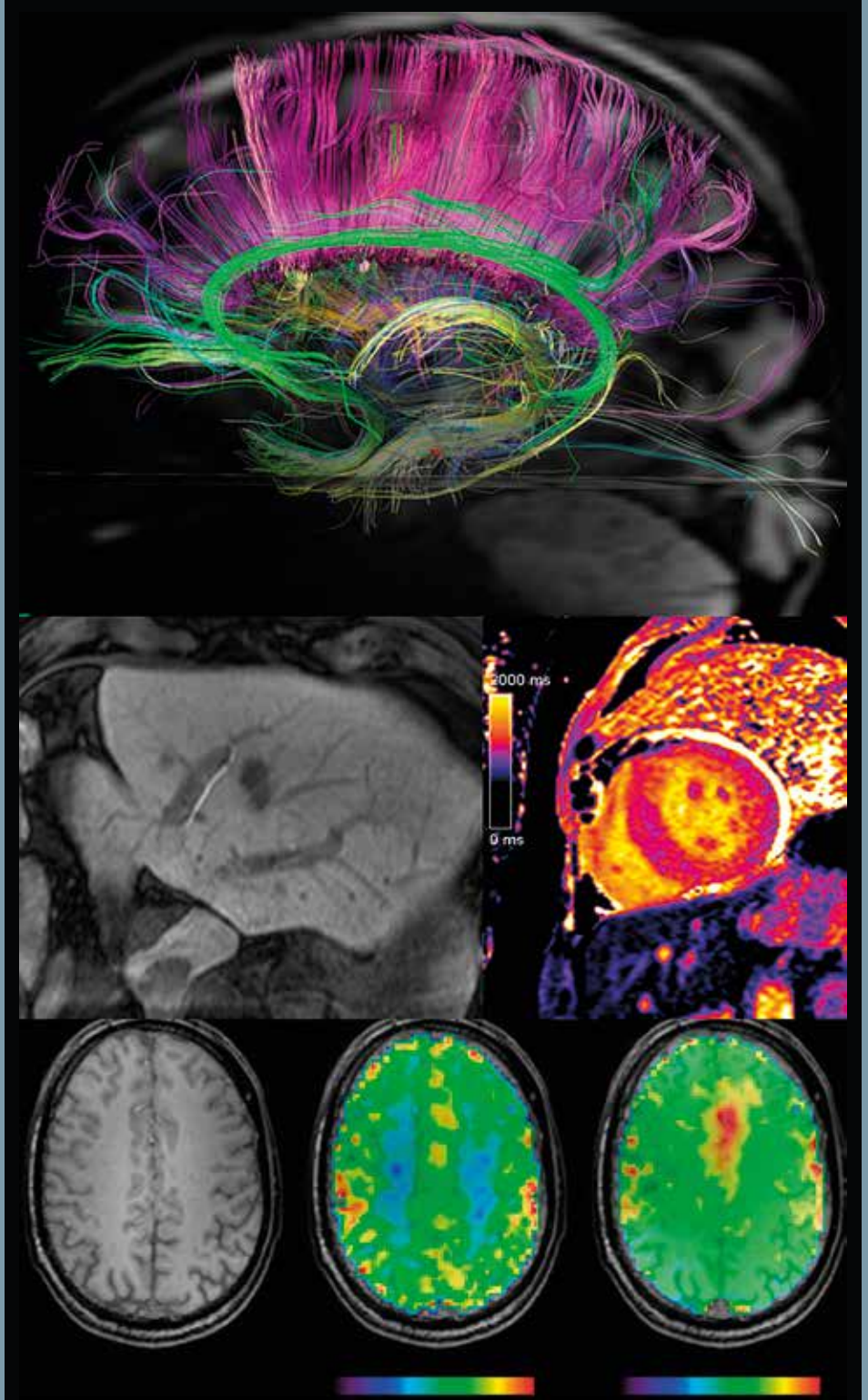
“TMRD, bilimsel
faaliyetlerin
özendirilmesi
konusunda geniş
bir ufka sahip”

Sayfa 8

Düşük dozda
görüntüleme
klinik bir
gerçeğe
dönüşüyor

Sayfa 44

15



SIEMENS



QR kodu
okutun.

www.siemens.com/quiet-suite

Quiet Suite

Duymak değil, görmek için görüntüleme

Tüm MAGNETOM (E11 sw) tarayıcılarda, Siemens'in geliştirilmiş gürültü azaltma teknolojileri bulunuyor. Ama biz bununla yetinmiyoruz, yüksek kaliteden ve etkin görüntüleme standartlarımızdan ödün vermeden gürültüyü daha da azaltacak teknolojiler üzerinde çalışmaya devam ediyoruz.

Sonuçları değil, sebebi irdelemek

Quiet Suite¹ ile gürültüyü daha da azaltmak için sorunun ana sebebini ele alıyoruz; ani gradyan değişimleri. Nörolojik ve ortopedik tetkiklerin eksiksiz ve sessiz gerçekleşmesi için ses basıncını %70'ten fazla düşüren² teknolojiden faydalanın.

Quiet Suite, nörolojik ve ortopedik tetkikler için optimize edilmiş protokollerle birlikte, QuietX serisini ve süper sessiz PETRA'yı da içeriyor. Görüntü kalitesi ve tarama süresinden ödün vermeden, ayrıca herhangi bir donanım değişikliğine ihtiyaç duymadan, hastalarınıza MR tetkiklerinde daha fazla konfor sunmaya hemen başlayabilirsiniz.

Farkı duyun, sonuçları karşılaştırın

Siemens MR sistemleri, kolaylaştırıcı Life Design tasarımıyla tanınıyor. Quiet Suite ise, hasta memnuniyetini daha da artırıyor. Daha detaylı bilgi için www.siemens.com/quiet-suite adresini ziyaret edin veya QR kodu okutun.

¹ ABD dışındaki ülkelerde satışta olmayabilir ve gelecekte satışa çıkarılacağı garanti edilemez.

² Yayınlanmış veriler; sonuçlar değişiklik gösterebilir.

Answers for life.



Sevgili dostlarımız,

Tıbbi görüntüleme cihazları ne kadar gelişmiş olursa olsun, esas olan elbette hekimdir. Ama bu işinizi daha da kolaylaştıracak çözümler sunma konusundaki kararlılığımıza bir engel değil. Dünya genelinde yeni teknolojiler, sağlık politikaları, hasta beklentileri değişirken, Siemens olarak biz de görüntüleme ve tedavi konusuna iki ana yönden katkıda bulunmayı hedefliyoruz.

Öncelikle, Siemens bünyesindeki uzman ekibimizin yanı sıra akademik iş ortaklarımızla da kurduğumuz mükemmel ağ sayesinde, hastanelerin tanı ve tedavi kapasitesini önemli ölçüde artırmak için elimizden gelen her şeyi yapıyoruz. Aynı zamanda, dünya genelinde teknolojiyi daha çok sayıda hastaya ulaştırabilmek için de çeşitli inovasyonlara imza atıyoruz.

İnovasyon dergimizin bu sayısında da görebileceğiniz gibi, Bilgisayarlı Tomografi alanında Siemens'in benzersiz Dual Source teknolojisi, tanı ve tedavi noktasında mevcut kapasiteyi ciddi ölçüde artırırken, yeni olanaklara da imkan veriyor.

Amerika'da kullanıcıların değerlendirmeleri ile oluşan bağımsız KLAS raporlaması sonucu üst düzey Renkli Doppler Ultrasonografi modelimiz Acuson S3000 cihazının "Best in KLAS 2014 – General Imaging" ödülünü alması da teknolojiye yaptığımız yatırımların gurur verici bir geri dönüşü oldu.

Öte yandan, uzun zamandır güvenerek kullandığınız ve başarısı kanıtlanmış SOMATOM Perspective cihazlarımız da mevcut teknolojiyi kullanarak performansın nasıl artırılabilirliğini, rutin işlemlerde maliyet-performans dengesinin nasıl en iyi seviyeye çıkarılabilirliğini gösteriyor. Ayrıca Nükleer Tıp alanında dünyada ilk xSPECT teknoloji Symbia Intevo cihazımız, xSPECT sayesinde, geleneksel metotlarla belirlenemeyen lezyon karakterizasyonu ve alanında eşsiz ölçümleme tekniği ile güvenli bir şekilde hızlı erken teşhise imkan veriyor.

Görüntüleme teknolojilerindeki en önemli konulardan birisi de bildiğiniz gibi hasta konforu. Cihazların gürültü seviyesinin azaltılması, hasta konforunun artmasına doğrudan katkı sağlıyor. E11 yazılımı ile gelen tüm yeni MAGNETOM MR tarayıcılarımızda bulunan Quiet Suite özelliği, yüksek görüntü kalitesi ve etkin görüntüleme standartlarından ödün vermeden, ses basıncını düşüren bir teknolojiyle gürültüyü önemli ölçüde azaltıyor.

Siemens Sağlık Sektörü olarak imza attığımız bütün bu yeniliklerin temel gerekçesi elbette öncelikle kamu sağlığına ilişkin kaygılarımız; ikinci gerekçe olarak da hekimlerin iş yükünü azaltmak için cihazların etkinliğini artırmak istememiz geliyor. Diğer bir deyişle, bir yandan hastanız için en iyi çözümü bulmaya çalışırken diğer yandan

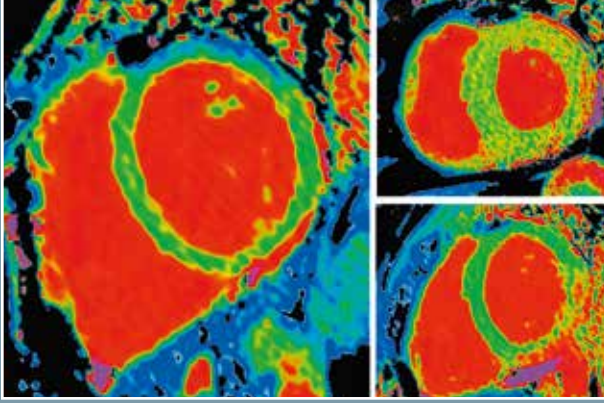
da bunu en etkin şekilde yapmak istediğinizi çok iyi biliyor, sürekli bu doğrultuda çalışıyoruz. Başta çocuklar ve gençler olmak üzere, hastaların tamamında optimum dozla, minimum riskle görüntüleme yapılabilmesini ana misyonumuz olarak kabul ediyoruz.

Sevgili Dostlarımız,

Bu yönde yaptığımız çalışmaların örneklerini ve alınan başarılı sonuçları, dergimizde okuyabilirsiniz. Daha önceki sayılarımız gibi, *İnovasyon*'un bu sayısından da memnun kalacağınızı umuyoruz. Bu derginin esin kaynağı olan sizlerin dergimiz hakkındaki geri dönüşleri, gelecek sayılar için en değerli yol göstericimiz olmaya devam ediyor. Lütfen dergimizle ilgili her türlü görüş ve önerilerinizi bize yazın. Değerlendirmelerinizi siemens.inovasyon.tr@siemens.com adresine bekliyoruz.

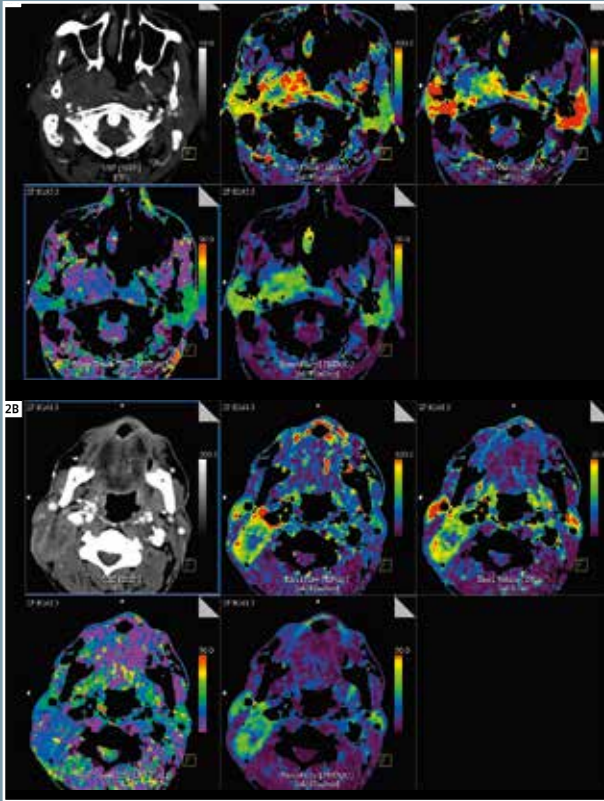
Saygılarımızla,

Şevket On
Siemens Sağlık Türkiye



4

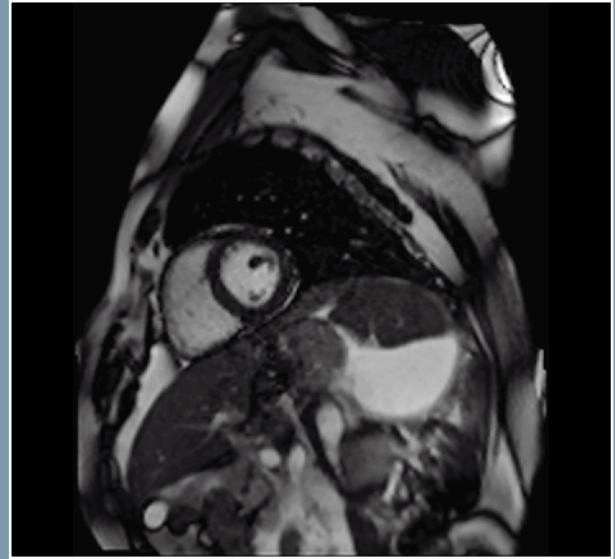
Yeni nesil kardiyak parametrik haritalama: T1 ve T2 haritalamanın klinik rolü



34

Baş ve boyunda skuamöz (yassı) hücreli karsinom: hacim perfüzyonlu BT

- 4 Yeni nesil kardiyak parametrik haritalama: T1 ve T2 haritalamanın klinik rolü
- 8 "TMRD, bilimsel faaliyetlerin özendirilmesi konusunda geniş bir ufka sahip"
- 12 True Dual Energy ile başarı hikayeleri
- 18 Pediatrik abdomen görüntülemeye Radial 3D VIBE - İlk deneyimler
- 26 Manyetik Rezonans Spektroskopisi
- 30 Erişkin bir hastada, 1 mSv'den düşük dozda ve 1.000 HU'dan yüksek PA atenuasyonunda 70 kV'lık pulmoner BT anjiyografi
- 32 Difüz skeletal metastazlı bir hastada xSPECT görüntüleme
- 34 Baş ve boyunda skuamöz (yassı) hücreli karsinom: hacim perfüzyonlu BT
- 36 Radyasyon dozunu düşürmek, hastalar üzerindeki yükü azaltmak
- 39 1,5T MAGNETOM Aera sisteminde k-t-sparse SENSE fonksiyonunu kullanarak kalbin hızlandırılmış segmenter Sine TrueFISP görüntülenmesi
- 44 Düşük dozda görüntüleme klinik bir gerçeğe dönüşüyor
- 63 Hepatik AEF (Arteriyel Kontrastlanma Fraksiyonu) ile kanser teşhisinde yeni fırsatlar
- 64 En zorlu gereksinimleri bile karşılayacak şekilde tasarlandı: Mobil C-kollu Cios Alpha
- 70 Akut inme hastalarında altı dakikada MR protokolü



39

1,5T MAGNETOM Aera sisteminde k-t-sparse SENSE fonksiyonunu kullanarak kalbin hızlandırılmış segmenter Sine TrueFISP görüntülenmesi

İnovasyon

Dergi Yönetim Yeri: 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): Şevket On **Yayın Editörü:** Doç. Dr. Mehmet Ertürk **Yayın Türü:** Yerel-sürel-i-iki ayda bir

İçerik ve Tasarım Uygulama: Konak Medya Yıldız Posta Cad. Akın Sitesi 3. Blok No: 10 Kat: 5 Daire: 54 34349 Gayrettepe-Beşiktaş / İstanbul

e-Posta: bilgi@konakmedya.com **Telefon:** 0212 216 97 00 **Faks:** 0212 216 97 01 **Web:** www.konakmedya.com

Baskı ve Cilt: Özgün Ofset Aytekin Sok. Yeşilce Mah. No: 21 34418 4. Levent / İstanbul **Telefon:** (0212) 280 00 09 **Faks:** (0212) 264 74 33



Değerli meslektaşlarım,

İnovasyon'un bu sayısında sizler için radyolojideki güncel teknolojik gelişmelerle ilgili bir kolaj hazırladık. Özellikle bilgisayarlı tomografi ile ilgili yazıları ilgiyle okuyacağınızı tahmin ediyorum.

Radyoloji ihtisasına başladığım günlerde, ilk duyduğum şeylerden biri bilgisayarlı tomografinin gelişimini tamamlamış bir modalite olduğu ve manyetik rezonans görüntülemenin yıldızının git gide daha çok parlayacağı idi. Çalıştığım kurumda spiral çekim yapabilen ve elbette tek kesitli bir bilgisayarlı tomografi cihazı vardı. O yılların ekonomik şartlarında, "tüp çabuk bitmesin" kaygısıyla her hastaya spiral çekim yapılmaz, sıklıkla on milimetre kesit kalınlığı ile görüntüler alınırdı. Genel bilgisayarlı tomografilerden çok daha farklı bir mantık ile çalışan "electron beam tomography"ler (EBT) hızlı cihazlardı. Hatta o kadar hızlıydılar ki kardiyak çekimlerde bile kullanılabiliyorlardı. Ama kontrast-gürültü oranı gibi dezavantajları ve çok pahalı olmaları nedeniyle yaygınlaşmamışlardı. Hatırladığım kadarıyla biri İstanbul'da, biri de Ankara'da olmak üzere sadece iki merkezde EBT kuruluydu.

Hayatımın dönüm noktası olacak bir şekilde ve bir dizi iyi tesadüfün eseri 2001 yılında Almanya'nın Münih kentinde, çok köklü bir üniversite olan Ludwig Maximilian Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin hastanesi Klinikum

Grosshadern'de bir müddet çalışma fırsatı buldum. Ve o sayede de Siemens Volume Zoom ile tanıştım. Volume Zoom dört dedektörlü bir cihazdı, türünün başarılı ilk örneklerinden biriydi ve Grosshadern'de bu cihazdan üç ya da dört adet kuruluydu. Bilgisayarlı Tomografi teknolojisi evrim geçirmişti diyemeyeceğim, çünkü tek kesitten dört kesite sıçrayış, evrimden çok bilimsel bir devrim olarak nitelenmeliydi. Bu bilimsel devrimin liderlerinden biri de Willi Kalender isminde bir Alman fizikçiydi. Kalender, (bilimsel unvanları ile söylersek Prof. Dr. habil. Dr. med. h.c. mult. Willi A. Kalender, Ph.D.) spiral tomografinin mucidi olan isimdi.

Sanırım bu noktada Willi Kalender'in akademik özgeçmişinden biraz bahsetmemiz lazım. Almanya'nın Bonn kentinde matematik ve fizik okuduktan sonra, Amerika Birleşik Devletleri'nde Wisconsin Üniversitesi'nde Medikal Fizik bölümünü bitirdi, sonra Almanya'da Tübingen Üniversitesi'nde doçent oldu. Toplam 15 patenti ve yayınlanmış 700 kadar bilimsel çalışması olan Kalender, 1976 ve 1995 yılları arasında Erlangen'da Siemens AG'de çalıştı ve o tarihten bu yana da Erlangen'da Friedrich Alexander Üniversitesi'nde Medikal Fizik Bölüm Başkanı olarak görev yapıyor.

Başta Kalender olmak üzere, bilgisayarlı tomografi teknolojisi ile ilgilenen bilim insanları, gelişimini tamamladığı düşünülen bir modaliteyi bugünkü

durumuna getirdiler. Bugün artık çok kesitli görüntüleme bile eskimiş bir paradigma gibi görülmeye başladı. BT perfüzyon incelemeler vücudun her bölgesinde rahatlıkla kullanılabiliyor. Dual enerji görüntüleme, önümüzde yepyeni ufuklar açıyor. İncelemelerde kullanılan radyasyon dozunu azaltmanın her geçen gün yeni yöntemleri tanımlanıyor.

Ben radyolojiyi işte bu yüzden çok seviyorum. Hep söylüyorum, bizler çok dinamik bir alanda çalışıyoruz; Willi Kalender gibi çok donanımlı bilim insanları, fizikçiler ve mühendislerle aynı disiplini paylaşıyoruz. Bu yüzden çok şanslıyız ve tıbbın "gören gözleri" olmaya devam edeceğiz.

Dr. Mehmet Ertürk
Yayın Editörü

Yeni nesil kardiyak parametrik haritalama: T1 ve T2 haritalamanın klinik rolü

Viviana Maestrini; Amna Abdel-Gadir; Anna S. Herrey; James C. Moon

The Heart Hospital Görüntüleme Merkezi, University College London Hospitals, Londra, İngiltere

T1 haritalamaya giriş

Kardiyovasküler manyetik rezonans (CMR), kardiyoloji alanında gerekli bir araç ve kalp perfüzyonu ve fonksiyonlarının değerlendirilmesinde mükemmel bir teknik. Ayrıca bu yöntemin kilit öneme sahip benzersiz bir avantajı da miyokardın temel madde özelliklerini doğrudan analiz etmesi, diğer bir deyişle "miyokart dokusu tanımlaması" yapabilmesi.

2001 ile 2011 yılları arasında doku tanımlaması için kullanılan ana yöntemler, manyetik nitelikli, 'ağırlıklı' sekanslardı [örneğin, skarların (LGE) görüntülenmesinde T1 ağırlıklı ve ödem (riskli alan, miyokart) görüntülenmesinde T2 ağırlıklı görüntüleme]. Bu yöntemler, özellikle de LGE görüntüleme, kardiyoloji alanındaki anlayışı ve klinik uygulamaları kökten değiştirdi.

Ancak bu yaklaşımlarda bazı sınırlamalar var: Her iki tekniğin de ölçümü son derece güç. Özellikle de LGE tekniği,

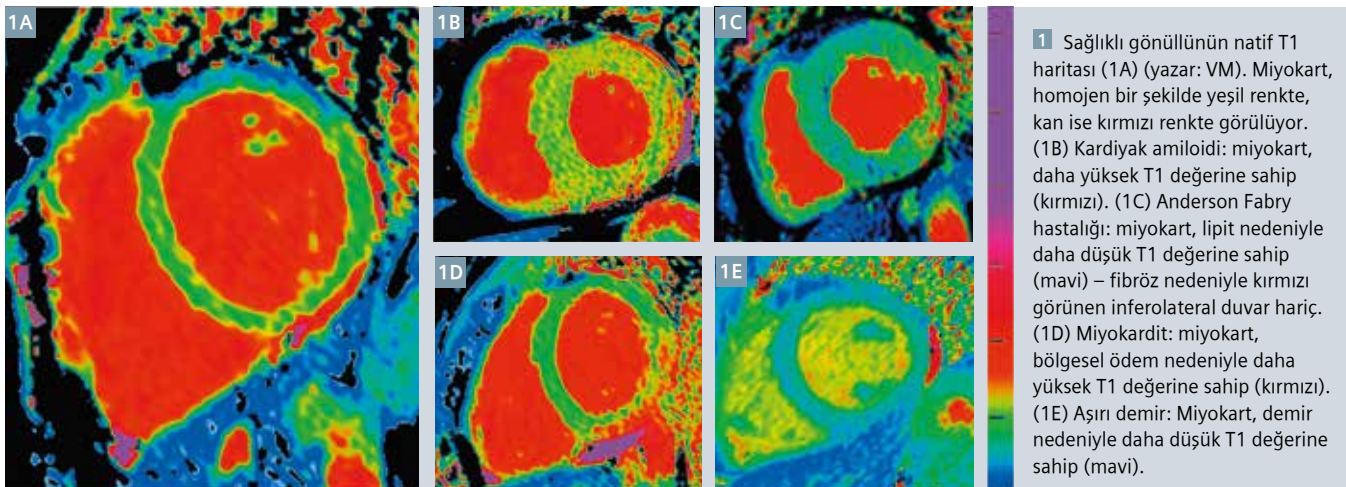
enfarktüslerde oldukça tutarlı olsa da non-iskemik kardiyopatilerde ölçümü zor bir teknik. Daha temel bir fark da şu: Sekanslar, 'normal' ve anormal dokular arasındaki kontrast düzeyini (diğer bir deyişle, sağlıklı dokular ile hasta dokular arasındaki dikotomiyi) optimize edecek şekilde tasarlanıyor. Sonuç olarak, difüz infiltrasyon (fibröz, amiloid, demir, yağ, PAN inflamasyonu) gibi global miyokardiyal patolojiler gözden kaçıyor.

Yakın dönemde, hızla gelişen teknik inovasyonlar, yeni 'haritalama' tekniklerini ortaya çıkardı. Bu teknikler, 'ağırlıklı' olmayıp her bir piksel değerinin renkli olarak gösterilen T1 veya T2 (veya T2*) olduğu bir piksel haritası oluşturuyor. Son derece güvenilir olan bu yeni sekanslar, bir seferlik nefes tutmayı gerektiriyor ve pratikte yaygın bir şekilde kullanılıyor. T1 haritalamada kontrast maddenin akılcıca kullanımı, ekstraselüler hacmin (ECV) ölçümüne de imkan vererek, interstisyumu da (ödem, fibröz veya amiloid) bir harita olarak ölçümlüyor. Bu yöntemlerle elde edilen

ilk sonuçlar heyecan verici görünüyor ve CMR alanında yeni bir çağın başlangıcı olma potansiyelini taşıyor.

İlk T1 ölçüm yöntemleri, birden fazla kez nefes tutmayı gerektiriyordu. Bu yöntem son derece yavaştı ve büyük zaman kaybına yol açıyordu, ancak klinik açıdan oldukça önemli, yüksek potansiyelli temel bir miyokardiyal özellik olan difüz miyokardiyal fibröz düzgün ölçekliyordu [1]. Sağlıklı ve kalp hastası olan gönüllülerde farklı düzeylerde difüz fibröz mevcuttu [2] ve bu durumun, birçok hastalıkta klinik açıdan önemli olduğu kanıtlanmıştı. Daha kısa süreli nefes tutmayı gerektiren, nabza olan bağımlılığı azaltan ve görüntüleri daha iyi kaydederek daha net haritalar oluşturan, MOLLI* yaklaşımına dayalı T1 haritalama yöntemleri oyunu temelden

* Ürün, halihazırda geliştirilme aşamasındadır, ABD ve diğer ülkelerde henüz piyasaya sürülmemiştir. Ürünün gelecekte erişilebilirliği de garanti edilemez.

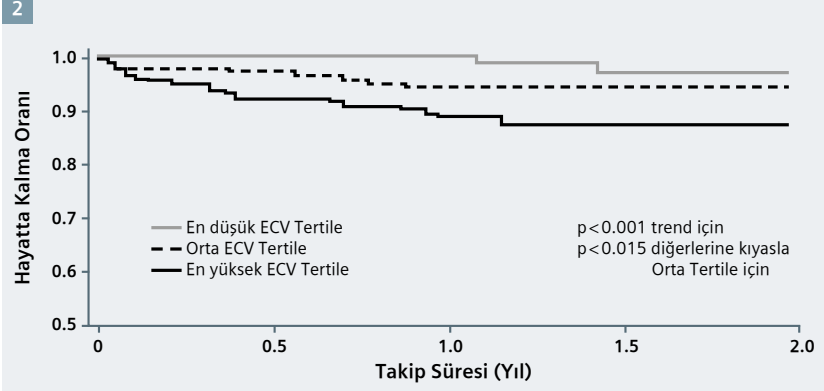


değiştirdi – her ne kadar çeşitli potansiyel sekanslar hâlâ kullanılıyor olsa da [3-5]. T1 haritalama yöntemini kullanmanın iki temel yolu bulunuyor: Natif T1 haritalama – kontrastsız (veya kontrast madde tatbik edilmeden önce) ve kontrastlı haritalama – bu yöntem, genel olarak ECV oluşturmak için hematokrit düzeltmeli, tarama öncesi ve sonrası haritaları çıkarmak suretiyle gerçekleştiriliyor [6].

Kontrastsız T1

Kontrastsız T1 haritalama (kontrast tatbiki öncesi T1 haritalama), intrinsik miyokardiyal kontrastı gösterebiliyor (Şekil 1). Milisaniye cinsinden ölçülen T1 değeri, ekstraselüler ayrışmanın arttığı alanlarda daha yüksek oluyor. Fibröz (enfarktüste olduğu gibi fokal veya difüz) [7-8], ödem [9-10] ve amiloid [11], buna en iyi örnekler. T1 değeri, lipit (örneğin, Anderson Fabry hastalığı, AFD) [12] veya demir [13] birikmesi olan alanlarda daha düşük çıkıyor.

Bu değişimler, bazı nadir hastalıklarda büyük ölçekli oluyor. Global miyokardiyal değişimler, hastalıkların erken aşamasında dahi kontrast madde tatbik edilmeksizin güçlü bir şekilde tespit edilebiliyor. Demir birikmesi, AFD ve amiloid durumlarında bu değişimler, diğer anormalliklerden (örneğin, sol ventriküler hipertrofi olmayabilir, elektrokardiyogram sonuçları ve CMR bulguları standart olabilir) önce tamamen yeni bir veri olarak görülüyor. Mevcut bir AFD



2 Yara olmayan alanlardaki (LGE hariç) ECV, tüm nedenlere bağlı mortalite ile ilişkilidir [21].

hastalığında görülen düşük T1 değerleri, AFD'yi sol ventriküler hipertrofinin diğer nedenlerinden kesin bir şekilde ayırt ediyor [12]. Buna karşın, mevcut bir amiloid durumunda T1 değerlerindeki artış, kalp rahatsızlığı şiddetinin göstergesi olarak kabul ediliyor [11].

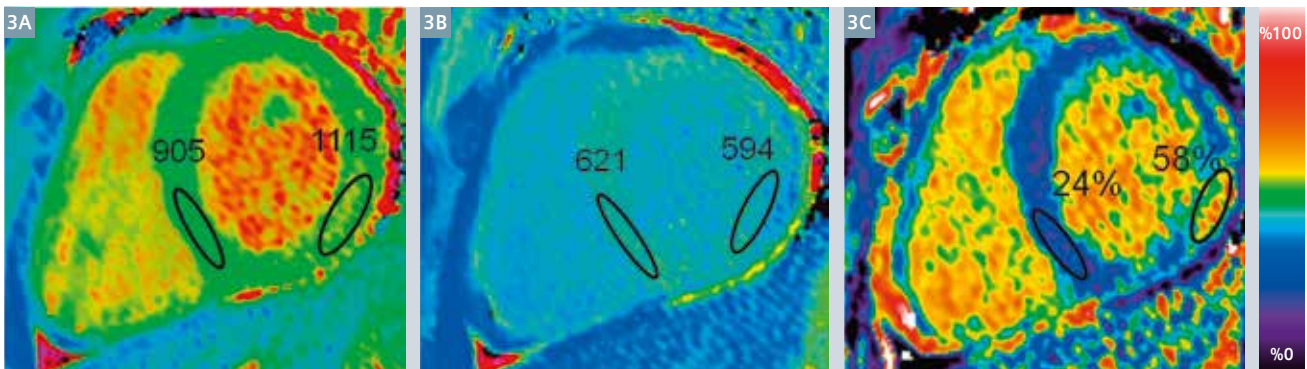
Ancak dikkat edilmesi gereken bir durum var. Sağlıklı gönüllülerde, 30'a 1 konsantrasyonda stabil olan natif T1, platforma (mıknatıs üreticisi, sekans ve sekans varyantı, manyetik alan gücü) bağlı [14]. Sistem kurulumu için normal referans değer aralıklarına ihtiyaç bulunuyor.

Elde edilen sinyal de kompozit oluyor ve hem interstisyum hem de miyositler tarafından üretiliyor. Ekstraselüler kontrast maddenin kullanımı, T1 haritalama işlemine ilave bir boyut ve ekstraselüler

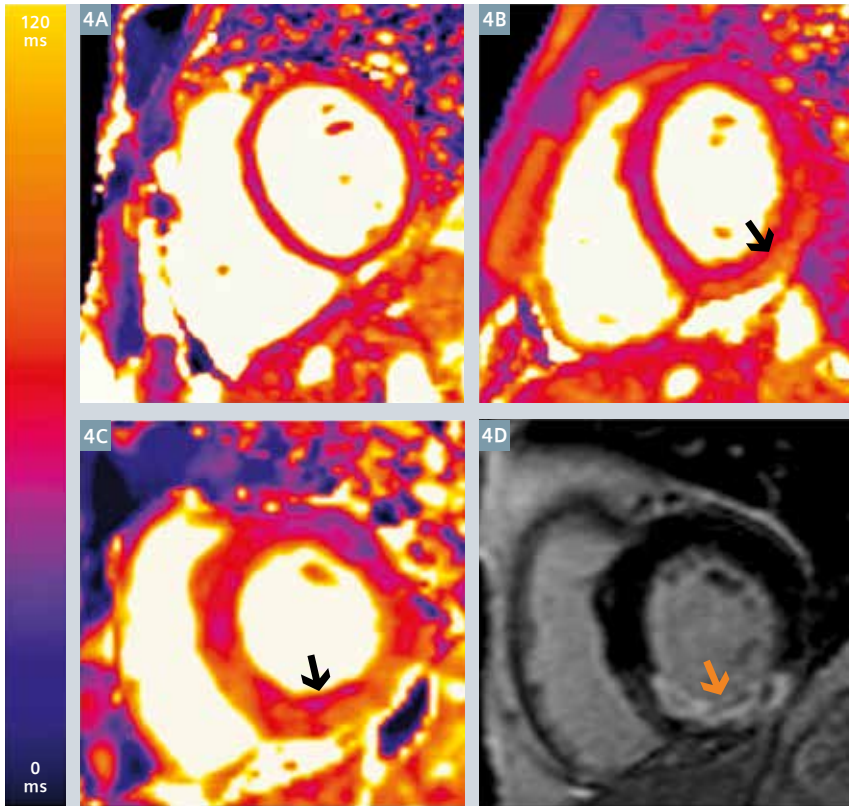
ayrışmayı tüm özellikleriyle tanımlama kabiliyeti kazandırıyor.

Ekstraselüler hacim (ECV)

İlk başlarda kontrast tatbiki sonrası T1 değeri ölçülürdü; ancak bu değer renal klerens, gadolinyum dozu, vücut kompozisyonu, bolus tatbiki sonrası görüntüleme süresi ve hematokrit nedeniyle doğru olmazdı. Bu yöntemden daha iyisi ECV değerini ölçmektir. Yeterli denge düzeyinde (örneğin, bolus tatbikinden yaklaşık 15 dakika sonra – genelde infüzyon gerekli değildir), kan ve miyokardiyumdaki T1 değişikliği oranı [15, 16], kontrast madde partiyon katsayısını [17], hematokrit için düzeltildiğinde ise miyokardiyal ekstraselüler alanı (ECV) [1] ifade ediyor. Ekstraselüler genişlemeye özgü bir unsur olan ECV, doğru sonuçlar üreten bir gösterge. Bu, klinik açıdan fibröz, amiloid ve



3 Miyokardit hastası. Sol taraftaki natif T1 haritası, inferolateral duvarda yüksek bir T1 değeri veriyor (1115 ms); ortadaki, kontrast tatbiki sonrası çekilen T1 haritası, kontrast tatbiki sonrasında T1 değerindeki azalmayı gösteriyor (594 ms); sağ taraftaki türetilmiş ECV haritası, uzak miyokardiyuma kıyasla yüksek bir ECV değeri (%58) veriyor.



4 (4A) Normal bir gönüllüde T2 haritalama (yazar: VM). (4B) Miyokarditli hastada, epikardiyal ödem nedeniyle yüksek T2 değeri. (4C) Akut miyokardiyal enfarktüste ödem – görüntü burada mikrovasküler obstrüksiyon nedeniyle düzensiz – LGE'ye bakınız (4D).

ödem için geçerli. Ekstraselüler ayrıştırma için ECV değişiminin derecesi ve klinik içeriği önem taşıyor. Bu nedenle, çok parametrelili bir yaklaşım (örneğin, T2 haritalama veya ilave olarak T2 ağırlıklı görüntüleme) faydalı olabiliyor. Amiloid, diğer hastalıklardan çok daha yüksek ECV değerlerine sahip olabiliyor [18]; buna karşın, yaşlanmaya paralel olarak, algılama sınırlarında ancak klinik açıdan önem arz eden küçük değişiklikler görülüyor [19, 20]. Düşük ECV genişlemeli hastalıklarda, kan havuzu kısmi hacim hatalarının titizlikle değerlendirilmesi gerekiyor. Yine de en makul ECV değişimleri dahi birer belirtidir. Bir yıl boyunca takip edilen 793 hastada (amiloid ve HCM vakaları hariç tüm katılımcılar; LGE alanlarının dışında ölçüm), global ECV değerleri hastalar için kısa vadede ölüm riskini ortaya koydu [21]. Aynı gruptan diyabetli hastalarda da (sayısı 1000 civarında) yüksek ECV değerlerine rastlandı.

Renin-angiotensin-aldosteron blokajı tedavisi gören hastalarda, ECV değeri daha düşüktü. ECV, ayrıca, diyabetli hastalarda kalp yetmezliği nedeniyle meydana gelen ölüm ve/veya hospitalizasyon oranını ortaya koydu [22].

ECV ölçümünün kullanım alanı genişliyor ve kabiliyetleri giderek artıyor. T1 haritalama prosedürü de gayet olumlu gidiyor. Ayrıca, artık her bir pikselin doğrudan ECV değerini (biyolojik açıdan T1'e göre daha anlamlı bir gösterge) taşıdığı (Şekil 3) inline ECV haritaları hazırlamak mümkün [6].

T2 haritalama

T2 ağırlıklı CMR, riskli alanı göstermek suretiyle hem inflamatuvar patolojilerde hem de akut iskemilerde miyokardiyal ödemi tanımlıyor. Ancak bu görüntüleme tekniklerinin (örneğin, STIR) kalpte kullanımı son derece hassas bir süreç ve hem görüntü temini hem de görüntülerin

değerlendirilmesinde bazı zorluklar söz konusu olabiliyor. İlk gelişmeler, hatalı negatif ve pozitif bulguları azaltan T2 ağırlıklı SSFP sekansları ile sağlandı [23, 24]. T2 haritalama ise, bir sonraki aşamayı temsil ediyor [25] (Şekil 4). T1 haritalamada olduğu gibi, pan-miyokardit gibi global hastalıklar da artık T2 haritalama ile tespit edilebiliyor; elde edilen ilk sonuçlar, bu durumu, bazı romatolojik hastalıklarda (lupus, sistemik kapiller kaçış sendromu) ve transplant reddinde teyit ediyor; T2 haritalama, diğer tekniklerde gözden kaçırılan erken dönem organ reddini ortaya çıkarıyor [26, 27].

Sonuç

Haritalama – Miyokardiyumun T1, T2 ve ECV haritalaması, yaygın miyokardiyal proseslerin biyopsi yapılmaksızın tanımlanması ve ölçülmesinde güçlü bir araç olma potansiyeline sahip ve giderek gelişim gösteren bir alan. Elde edilen ilk bulgular, bu tekniğin diğer teknikler ile gözden kaçırılan erken dönem hastalıkları tespit ettiğini ortaya koyuyor ve denemelerde tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılan bu tekniğin tedavi takibinde önemli bir gösterge olabileceğini kanıtlıyor.

Referanslar

- 1 Flett AS, Hayward MP, Ashworth MT, Hansen MS, Taylor AM, Elliott PM, McGregor C, Moon JC. Equilibrium Contrast Cardiovascular Magnetic Resonance for the measurement of diffuse myocardial fibrosis: preliminary validation in humans. *Circulation* 2010; 122:138-144.
- 2 Sado DM, Flett AS, Banyersad SM, White SK, Maestrini V, Quarta G, Lachmann RH, Murphy E, Mehta A, Hughes DA, McKenna WJ, Taylor AM, Hausenloy DJ, Hawkins PN, Elliott PM, Moon JC. Cardiovascular magnetic resonance measurement of myocardial extracellular volume in health and disease. *Heart* 2012; 98:1436-1441.
- 3 Piechnik SK, Ferreira VM, Dall'Armellina E, Cochlin LE, Greiser A, Neubauer S, Robson MD. Shortened Modified Look-Locker Inversion recovery (ShMOLLI) for clinical myocardial T1 mapping at 1.5 and 3 T within a 9 heartbeat breathhold. *J Cardiovasc Magn Reson* 2010; 12:69.
- 4 Messroghli DR, Greiser A, Fröhlich M, Dietz R, Schulz-Menger J. Optimization and validation of a fully-integrated pulse sequence for modified look-locker inversion-recovery

- (MOLLI) T1 mapping of the heart. *J Magn Reson Imaging* 2007;26:1081–1086.
- 5 Fontana M, White SK, Banyersad SM, Sado DM, Maestrini V, Flett AS, Piechnik SK, Neubauer S, Roberts N, Moon JC. Comparison of T1 mapping techniques for ECV quantification. Histological validation and reproducibility of ShMOLLI versus multibreath-hold T1 quantification equilibrium contrast CMR. *J Cardiovasc Magn Reson* 2011;14:88.
 - 6 Kellman P, Wilson JR, Xue H, Ugander M, Arai AE. Extracellular volume fraction mapping in the myocardium, part 1: evaluation of an automated method. *J Cardiovasc Magn Reson* 2012;14:63.
 - 7 Dass S, Suttie JJ, Piechnik SK, Ferreira VM, Holloway CJ, Banerjee R, Mahmod M, Cochlin L, Karamitsos TD, Robson MD, Watkins H, Neubauer S. Myocardial tissue characterization using magnetic resonance non contrast T1 mapping in hypertrophic and dilated cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012; 6:726–33.
 - 8 Puntmann VO, Voigt T, Chen Z, Mayr M, Karim R, Rhode K, Pastor A, Carr-White G, Razavi R, Schaeffter T, Nagel E. Native T1 mapping in differentiation of normal myocardium from diffuse disease in hypertrophic and dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol Imaging* 2013;6:475–84.
 - 9 Ferreira VM, Piechnik SK, Dall'Armellina E, Karamitsos TD, Francis JM, Choudhury RP, Friedrich MG, Robson MD, Neubauer S. Non-contrast T1 mapping detects acute myocardial edema with high diagnostic accuracy: a comparison to T2-weighted cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2012; 14:42.
 - 10 Dall'Armellina E, Piechnik SK, Ferreira VM, Si QI, Robson MD, Francis JM, Cuculi F, Kharbanda RK, Banning AP, Choudhury RP, Karamitsos TD, Neubauer S. Cardiovascular magnetic resonance by non contrast T1 mapping allows assessment of severity of injury in acute myocardial infarction. *J Cardiovasc Magn Reson* 2012;14:15.
 - 11 Karamitsos TD, Piechnik SK, Banyersad SM, Fontana M, MD, Ntusi NB, Ferreira VM, Whelan CJ, Myerson SG, Robson MD, Hawkins PN, Neubauer S, Moon JC. Non-contrast T1 Mapping for the Diagnosis of Cardiac Amyloidosis. *J Am Coll Cardiol Img* 2013;6:488–97.
 - 12 Sado DM, White SK, Piechnik SK, Banyersad SM, Treibel T, Captur G, Fontana M, Maestrini V, Flett AS, Robson MD, Lachmann RH, Murphy E, Mehta A, Hughes D, Neubauer S, Elliott PM, Moon JC. Identification and assessment of Anderson-Fabry Disease by Cardiovascular Magnetic Resonance Non-contrast myocardial T1 Mapping clinical perspective. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6:392–398.
 - 13 Pedersen SF, Thrays SA, Robich MP, Paaske WP, Ringgaard S, Bøtker HE, Hansen ESS, Kim WY. Assessment of intramyocardial hemorrhage by T1-weighted cardiovascular magnetic resonance in reperfused acute myocardial infarction. *J Cardiovasc Magn Reson* 2012; 14:59.
 - 14 Raman FS, Kawel-Boehm N, Gai N, Freed M, Han J, Liu CY, Lima JAC, Bluemke DA, Liu S. Modified look-locker inversion recovery T1 mapping indices: assessment of accuracy and reproducibility between magnetic resonance scanners. *J Cardiovasc Magn Reson* 2013; 15:64.
 - 15 White SK, Sado DM, Fontana M, Banyersad SM, Maestrini V, Flett AS, Piechnik SK, Robson MD, Hausenloy DJ, Sheikh AM, Hawkins PN, Moon JC. T1 Mapping for Myocardial Extracellular Volume measurement by CMR: Bolus Only Versus Primed Infusion Technique, 2013 Apr 5 [Epub ahead of print].
 - 16 Schelbert EB, Testa SM, Meier CG, Ceyrolles WJ, Levenson JE, Blair AJ, Kellman P, Jones BL, Ludwig DR, Schwartzman D, Shroff SG, Wong TC. Myocardial extravascular extracellular volume fraction measurement by gadolinium cardiovascular magnetic resonance in humans: slow infusion versus bolus. *J Cardiovasc Magn Reson* 2011, Mar 4;13:16.
 - 17 Flacke SJ, Fischer SE, Lorenz CH. Measurement of the gadopentetate dimeglumine partition coefficient in human myocardium in vivo: normal distribution and elevation in acute and chronic infarction. *Radiology* 2001;218:703–10.
 - 18 Banyersad SM, Sado DM, Flett AS, Gibbs SDG, Pinney JH, Maestrini V, Cox AT, Fontana M, Whelan CJ, Wechalekar AD, Hawkins PN, Moon JC. Quantification of myocardial extracellular volume fraction in systemic AL amyloidosis: An Equilibrium Contrast Cardio-vascular Magnetic Resonance Study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6:34–39.
 - 19 Ugander M, Oki AJ, Hsu LY, Kellman P, Greiser A, Aletras AH, Sibley CT, Chen MY, Bandettini WP, Arai AE. Extracellular volume imaging by magnetic resonance imaging provides insights into overt and sub-clinical myocardial pathology. *Eur Heart J* 2012; 33: 1268–1278.
 - 20 Liu CY, Chang Liu Y, Wu C, Armstrong A, Volpe GJ, van der Geest RJ, Liu Y, Hundley WG, Gomes AS, Liu S, Nacif M, Bluemke DA, Lima JAC. Evaluation of age related interstitial myocardial fibrosis with Cardiac Magnetic Resonance Contrast-Enhanced T1 Mapping in the Multi-ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *J Am Coll Cardiol* 2013 Jul 3 [Epub ahead of print].
 - 21 Wong TC, Piehler K, Meier CG, Testa SM, Klock AM, Aneizi AA, Shakesprere J, Kellman P, Shroff SG, Schwartzman DS, Mulukutla SR, Simon MA, Schelbert EB. Association between extracellular matrix expansion quantified by cardiovascular magnetic resonance and short-term mortality. *Circulation* 2012 Sep 4; 126(10):1206–16.
 - 22 Wong TC, Piehler KM, Kang IA, Kadakkal A, Kellman P, Schwartzman DS, Mulukutla SR, Simon MA, Shroff SG, Kuller LH, Schelbert EB. Myocardial extracellular volume fraction quantified by cardiovascular magnetic resonance is increased in diabetes and associated with mortality and incident heart failure admission. *Eur Heart J* 2013 Jun 11 [Epub ahead of print].
 - 23 Giri S, Chung YC, Merchant A, Mihai G, Rajagopalan S, Raman SV, Simonetti OP. T2 quantification for improved detection of myocardial edema. *J Cardiovasc Magn Reson* 2009; 11:56.
 - 24 Verhaert D, Thavendiranathan P, Giri S, Mihai G, Rajagopalan S, Simonetti OP, Raman SV. Direct T2 Quantification of Myocardial Edema in Acute Ischemic Injury. *J Am Coll Cardiol Img* 2011;4: 269–78.
 - 25 Ugander M, Bagi PS, Oki AB, Chen B, Hsu LY, Aletras AH, Shah S, Greiser A, Kellman P, Arai AE. Myocardial oedema as detected by Pre-contrast T1 and T2 CMR delineates area at risk associated with acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol Img* 2012;5:596–603.
 - 26 Thavendiranathan P, Walls M, Giri S, Verhaert D, Rajagopalan S, Moore S, Simonetti OP, Raman SV. Improved detection of myocardial involvement in acute inflammatory cardiomyopathies using T2 Mapping. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:102–110.
 - 27 Usman AA, Taimen K, Wasielewski M, McDonald J, Shah S, Shivraman G, Cotts W, McGee E, Gordon R, Collins JD, Markl M, Carr JC. Cardiac Magnetic Resonance T2 Mapping in the monitoring and follow-up of acute cardiac transplant rejection: A Pilot Study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012; 6:782–90.



İletişim

James C. Moon, MD
The Heart Hospital Görüntüleme Merkezi
University College London Hospitals
16–18 Westmoreland Street
Londra W1G 8PH
İngiltere
Tel: +44 (20) 345 63 081
Faks: +44 (20) 345 63 086
james.moon@uclh.nhs.uk

“TMRD, bilimsel faaliyetlerin özendirilmesi konusunda geniş bir ufka sahip”

“Başkent Üniversitesi Radyoloji Ana Bilim Dalı olarak disiplinler arası çalışmalara çok önem veriyoruz. Cihaz parkımız, hastalarımızın dağılımı, tecrübelerimiz ve diğer arkadaşlarımızla yaptığımız işbirlikleri çok fazla araştırma yapmamızı mümkün kılıyor.”

Prof. Dr. Muhteşem Ağıldere, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Muhteşem Ağıldere, 1995 yılından beri Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi’nde akademik çalışmalarını sürdürüyor. Geçmiş yıllarda Türk Manyetik Rezonans Derneği’nin (TMRD) iki dönem boyunca başkanlığını yürüten ve yeni dönemde de derneğin başkanı seçilen Prof. Dr. Ağıldere’yle TMRD ve TMRD’nin yeni dönem çalışmaları hakkında konuştuk.

Türk Manyetik Rezonans Derneği hakkında bilgi verir misiniz?

Genel merkezi İzmir’de olan Türk Manyetik Rezonans Derneği 1995 yılında kuruldu ve bugün yaklaşık 800 üyesi bulunuyor. Kurulduğu yıllarda MR üzerine yaklaşık 60 kişilik küçük toplantılar yapıyordu. 2000’li yıllardan sonra daha geniş bir gruba hitap etmeye başlayan dernek bugün her yıl geleneksel toplantılarını yapıyor. TMRD’nin toplantıları ve önemli bilimsel faaliyetleri beğeniyle takip ediliyor.

Derneğimizin aktif bir internet sayfası var. Bu internet sayfasında MR ve bilimsel MR toplantılarıyla ilgili duyuruların yanında eğitim amaçlı sunumlar da yer alıyor. Bunun dışında

MR fiziği üzerine geçtiğimiz dönemlerde çalışmalar ve bilimsel toplantılar gerçekleştirdik. Yıllık kongrelerin ve bilimsel toplantıların yanında MR cihazlarının daha iyi, verimli ve etkin şekilde kullanılması için tekniklere, meslek hayatına yeni atılan radyoloji uzmanlarına, araştırma görevlilerine yönelik çalışmalar yürütüldü. Ayrıca TMRD bugüne kadar MR’la ve nöroradyoloji, kas-iskelet MR’ı, gövde MR’ı ve MR fiziği gibi MR’ın değişik konularıyla ilgili alanlarda 10 bine yakın kitap yayımladı. Bunların pek çoğu da eski başkanımız ve değerli hocamız Prof. Dr. İlhan Erden önderliğinde, Türkçe bilimsel faaliyetler çerçevesinde gerçekleşti. Büyük bir ilgiyle karşılanan bu kitapların diğer radyoloji konularında da Türkçe kitapların yaygınlaşması, daha fazla gündeme gelmesi, yazılması, çevrilmesi, basılması ve okunması konusunda önemli ve öncü olduğunu düşünüyorum.

Bunun yanında TMRD’nin Türk Radyoloji Derneği’yle birlikte yürüttüğü, özellikle mesleki alandaki sorunların çözümlerine yönelik çalışmaları oluyor. Ayrıca yaptığı uluslararası toplantılar ve kurduğu uluslararası ilişkiler var. European

Society of Magnetic Resonance in Medicine and Biology (ESMRMB) ve International Society of Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) ile ülkemizde birtakım toplantılar, bilimsel faaliyetler düzenliyor. Bazen yıllık toplantılarını bu derneklerle beraber gerçekleştiriyor. 2009 yılında Avrupa MR Derneği diyebileceğimiz ESMRMB’nin toplantısını Türkiye’de düzenledik. Yine ESMRMB’nin daha küçük çaplı bilimsel faaliyetlerinin Ankara ve İstanbul’da organize edilmesini sağladık. ISMRM ile birlikte İstanbul, Ankara ve Antalya’da da belli toplantıları birlikte düzenledik.

Türk Manyetik Rezonans Derneği’ne yeniden başkan seçildiniz. Yeni dönem için gündeminizde neler var?

2002-2012 yılları arasında, 4 yılında başkanlık olmak üzere, Türk Manyetik Rezonans Derneği’nde arkadaşlarımla beraber çalışmalarda bulundum. İnternet sayfasının kurulması, derneğimizin isminin başında “Türk” sözcüğünün kullanılması, tüzük ve logo değişikliği, eğitim faaliyetlerinin artırılması ve kalitesinin yükseltilmesi, kitapların basılması, uluslararası kuruluşlarla ilişkiler, Türkiye’de uluslararası kongreler düzenlemek gibi



çalışmalar, bu 10 yıllık dönem içinde yönetim kurulundaki arkadaşların istekli ve gayretli çalışmaları sayesinde başarıyla gerçekleştirildi.

Yeni dönemde Türk Manyetik Rezonans Derneği'nin esas faaliyeti yine nitelikli bilimsel toplantılar düzenlemek olacak. Bu toplantıların etkili olması, sahaya yansımaları ve ilgi çekmesi için içeriğinin her zaman güncel, daha yüksek kalitede ve daha nitelikli olması gerekiyor. Bunun için yine gayretlerimiz olacak. Ülkemizde ve ülkemiz dışında faaliyet gösteren arkadaşlarımızın da yardımıyla daha geniş katılıma sahip güçlü bir bilimsel toplantı yapmayı planlıyoruz, ilk hedefimiz bu.

İnternet sayfasının iyileştirilmesi ve idame edilmesi de gündemimizde olan bir konu. İnternet sayfası çok önemli, bunu daha geniş bir tabana, daha geniş bir kesime yayarak bu konudaki faaliyetlerimize devam etmek istiyoruz.

Bunun dışında biraz önce bahsettiğim kitaplarımız tükendi. Kitaplarımız Türkiye'de pek çok MR merkezinde, ihtisas verilen hemen hemen her yerde, birçok radyoloğun kütüphanesinde referans kaynaklar olarak yer alıyor. Bu

kitapların gözden geçirilmesi konusunun İlhan Hocamızın tecrübesi ve önderliğiyle yeniden gündeme gelmesi gerekiyor. Bu konuda çalışmalarımız olacak.

MR'in hastalıkların teşhisinde etkin bir şekilde kullanımının yanı sıra MR teknolojisinin geliştirilmesi konusunda mühendis arkadaşlarımızın ve teknoloji şirketlerinin yürüttüğü çalışmalar var. Bu konuda Türkiye'de önemli bilimsel gelişmeler kaydediliyor. İşbirliğini artırmak, bu bilimsel platformu genişletmek, yani bir anlamda teknolojik üretime de katkıda bulunmak için bu toplantılarımızda bu arkadaşlarımıza daha fazla yer vermek istiyoruz. Yine uluslararası düzeydeki ilişkilerimizi, uluslararası toplantılarımızı planlamak ve devam ettirmek istiyoruz.

Onun dışında bu cihazlar yüksek teknoloji ve pahalı cihazlar olduğu için bunların kullanımı çok önemli. Bu konuda kullanımı gerçekleştiren tekniker arkadaşlarımızın bilgi ve deneyimlerini, cihazların daha iyi kullanılması ve daha iyi hizmet vermesi yönünde artırmak istiyoruz.

Gündemimizdeki diğer bir konu ise bilimsel faaliyetlerin özendirilmesi konusunda geniş bir ufka sahip Türk Manyetik Rezonans Derneği'nin bu konuda birtakım ödül sistemleri geliştirmesi. Bu ödül sistemleri, araştırmacıları bilimsel faaliyetlere teşvik etmek için oluşturdu. Geçmişte MR ile ilgili konulardaki sözlü bildirilere birtakım destekler veriyordu. Bu yıldan itibaren, etki faktörü 2'nin üzerinde olan radyoloji dergilerinde manyetik rezonans ile ilgili yapılmış çalışmalara da ödül verilecek.

Başkent Üniversitesi'nde Radyodiagnostik Ana Bilim Dalı Başkanı'sınız. Radyoloji ve radyolojide hastalara ve hekimlere yönelik imkânlar açısından, hastanenin sunduğu hizmetlerden söz eder misiniz?

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, vakıf üniversitesi olarak Türkiye'nin ilk tıp fakültesidir. İlk olmasının yüklediği misyonla pek çok ilki başarmış ve bunları başarıyla birçok sorunu da aşmış bir tıp fakültesi. Ama ben özellikle geldiğimiz noktayı belirtmek istiyorum: Fakültemiz akredite olan ilk vakıf tıp fakültesi. 1993 yılında burası üniversite olarak kuruldu

ve tıp fakültesi olarak da o yıl faaliyetlerine başladı. Bizim ülke çapında farklı illerde altı tane radyoloji bölümümüz var. Başkent Üniversitesi'nde şu ana kadar 60'a yakın radyoloji uzmanı yetiştirdik. Bu altı departmandaki öğretim üyelerinin tecrübelerini asistanlara yansıtmaya yönelik bir eğitim programımız var.

'Çekirdek radyoloji programı' dediğimiz bir eğitim programımız var. Bu eğitim programını iki yılda bir tekrar ediyoruz. Yani dört yıllık uzmanlık eğitimi boyunca her radyoloji araştırma görevlisi bu programı iki kere takip etme imkânına sahip. Bunun dışında eğitim programı içerisinde öğretim üyeleriyle bire bir rapor yapma veya girişimsel radyolojide işlem yapma imkânına sahipler; yabancı araştırma görevlilerinin de önemli miktarlara ulaşan burs imkanları mevcut. Ancak TUS sınavında araştırma görevlisi kadrosu alırken sıkıntılarımız var. Son dört TUS sınavında sadece 1 araştırma görevlisi kadrosu alabildik. Oturmuş eğitim kadromuz ve eğitim programımıza rağmen eğitecek araştırma görevlisi bulamıyoruz.

Araştırma görevlilerini eğitmek üzere merkezlerimiz arasında telekonferans sistemimize kadar her şey mevcut.

Türkiye'de şu anda 70'ten fazla tıp fakültesi var ama aktif mezun vermiş tıp fakültesi sayısı daha az. Başkent Üniversitesi'nin şöyle bir özelliği var: TUS'ta genelde ilk 10 içerisinde kalıyor, son TUS sınavında tıp öğrencilerimiz ikinci sırada yer aldı. Bu da bizim LGS sınavında 20-30. sıralardan aldığımız öğrencileri, mezun ettiğimiz zaman çok daha yukarılara getirebildiğimizi gösteriyor. Tabii Radyoloji Bölümü olarak hem tıp fakültesi öğrencilerinin eğitiminde hem de radyoloji asistanlarının eğitiminde geniş kadro avantajımızı ve tecrübemizi kullanmak için elimizden gelen gayreti sarf ediyoruz. Radyoloji Ana Bilim Dalı'nın akademik kadrosunda 40'ın üzerinde öğretim üyemiz var. Bu eğitim yönü, bir de hastane hizmetleri tarafı var. Vakıf üniversitelerinin en önemli hedeflerinden biri hastaların ihtiyaçlarına ve isteklerine hızlı ve nitelikli bir şekilde cevap vermektir. İstek ve taleplere kaliteli bir şekilde cevap

vermek için radyolojide yetişmiş elemanlara, öğretim üyelerine, deneyimli insanlara, teknikerlere ve cihazlara ihtiyacımız var. Bunların hepsini birden mümkün olduğunca sağlamaya çalışıyoruz. Başkent Üniversitesi olarak bu konuda da oldukça iyi bir konumda bulunduğumuzu düşünüyorum.

Bunlar, vakıf üniversitesi olmanın ve geniş bir kadroya sahip olmanın getirdiği avantajlar olarak değerlendirilebilir.

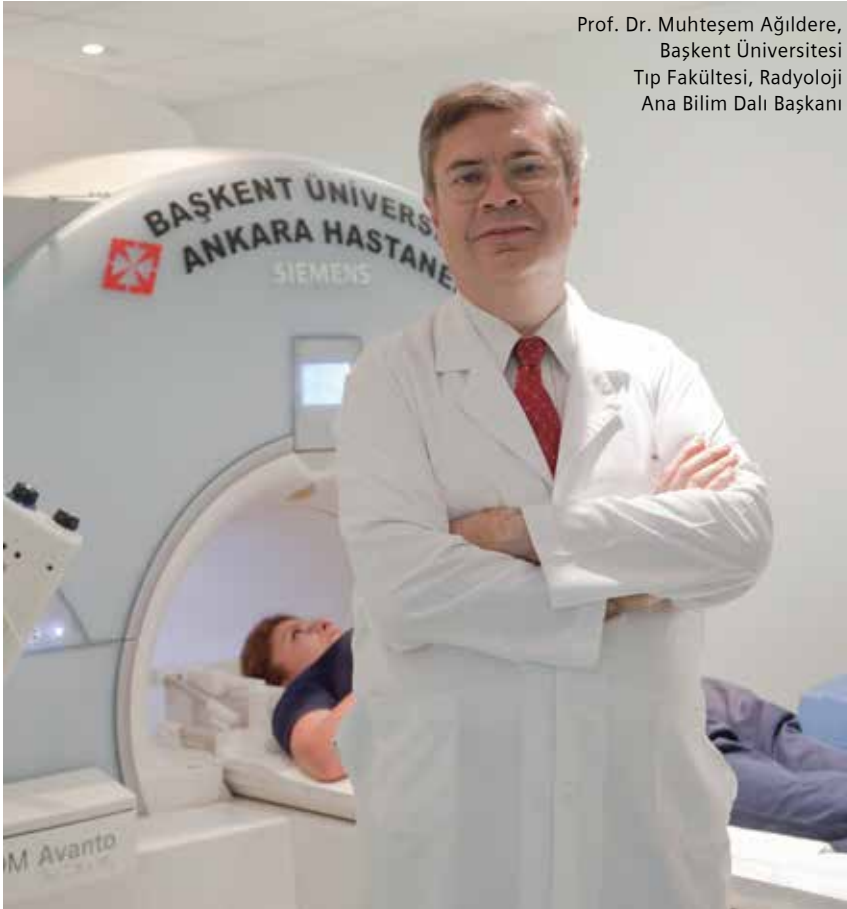
Bunun yanında tabii pek çok merkezde yürüttüğümüz araştırmalarımız var; kliniklerin yoğunlaştığı transplantasyon, kardiyovasküler, onkoloji ve diğer alanlarla işbirliği yaparak pek çok bilimsel çalışma yapma imkânımız bulunuyor.

Başkent Üniversitesi'nde özellikle eğitim ve araştırma anlamında perspektifinizi anlatır mısınız?

Başkent Üniversitesi Radyoloji Bölümü olarak disiplinler arası çalışmalara çok önem veriyoruz. Cihaz parkımız, hastalarımızın dağılımı, tecrübelerimiz ve diğer arkadaşlarımızla yaptığımız işbirlikleri çok fazla araştırma yapmamızı mümkün kılıyor. Özellikle organ transplantasyonu, kardiyovasküler hastalıklar, onkoloji ön planda olmak üzere, pek çok konuda gerek tedavilerin planlanmasında gerek tedaviye cevabın değerlendirilmesinde güncel yaklaşımlar gerçekleştirilmesi konusunda diğer kliniklerle birlikte pek çok çalışmayı yürütüyoruz, bir çok önemli dergide pek çok araştırma makalesi yayınlıyoruz.

Türk Manyetik Rezonans Derneği ve Türk Radyoloji Derneği'nin ilişkileri sizce ne düzeyde?

Türk Radyoloji Derneği bizim ana derneğimiz ve Türk Manyetik Rezonans Derneği dışında yan dal ve modalite dernekleri ile de ilişkileri var. Türk Manyetik Rezonans Derneği'nin ana faaliyetleri eğitim ve bilim alanındayken, Türk Radyoloji Derneği mesleki ve hukuksal sorunların çözümü konusunda daha çok faaliyet gösteriyor. Türk Radyoloji Derneği ile bu konularda yıllardır gayet uyumlu bir şekilde çalışıyoruz. MR'la ilgili sorunlar gündeme geldiği zaman veya geliştirilmesi gereken birtakım faaliyetler söz konusu olduğunda Türk



Prof. Dr. Muhteşem Ağıldere,
Başkent Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Radyoloji
Ana Bilim Dalı Başkanı



Radyoloji Derneği ile ilişkilerimiz gayet uyumlu bir şekilde devam ediyor.

En son Türk Radyoloji Derneği'nin Sağlık Bakanlığı'yla yaptığı çalışmalarda MR Derneği üyesi olarak MR konusunda katkılarda bulunmaya çalıştım. Türkiye'deki MR'la ilgili birtakım sorunların belirlenmesi, eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi konusunda birlikte çalışmalarımız oldu. TRD ile TMRD'nin faaliyetleri umarım geçmişte olduğu gibi önümüzdeki dönemde de olumlu bir şekilde devam edecektir.

Türk radyolojisini Avrupa ve dünya perspektifinden değerlendirebilir misiniz?

Bundan birkaç yıl önce yapılan bir çalışmada, 'science citation index' kapsamındaki radyoloji dergilerinde ülkemizden yapılan yayınlarda dünyada yedinci sırada yer aldık. Türk Radyoloji Derneği tarafından yayınlanan *Diagnostic and Interventional Radiology* dergisi, görüntüleme ile ilgili 111 dergi arasında kendisine 74. sırada yer buluyor ve Türkiye'de yayın yapan sağlık dergileri arasında en üst sırada, tüm bilimsel dergiler içerisinde ikinci sırada

yer alıyor. Bunlar gerçekten önemli başarılar. Bu sıraları daha yukarılara taşımak, daha fazla çalışmayı gerektiriyor; radyoloji camiasının bunu da başaracağını düşünüyorum.

Bugüne kadar ülkemizde radyoloji alanında pek çok bilimsel kongre ve toplantılar düzenlendi ve düzenlenmeye devam ediyor. Bu toplantılarda ülkemizdeki meslektaşlarımız bilimsel konuşmalar yapıyor, sözlü veya poster bildirileri sunuyor. Bu konuda da önemli mesafe kaydedildi ancak sözlü bildirilerin artırılması konusunda biraz daha gayret sarf etmemiz gerekiyor. Türk Manyetik Rezonans Derneği, MR alanında önemli bilimsel toplantılarda sözlü bildiri sunan ve önemli dergilerde araştırma makalesi yayınlayan 40 yaş altı genç araştırmacılara teşvik ödülleri veriyor.

Bugün dünyanın pek çok yerinde özellikle ABD'de gerek akademik yaşamda gerekse hastanelerde hizmet alanında çalışan, ülkemizde yetişmiş pek çok başarılı radyolog arkadaşlarımız var. Bu arkadaşlarımızın bilimsel toplantılarımıza da önemli katkıları oluyor ve bazen buradaki genç

meslektaşlarımız yurtdışındaki meslektaşlarımız ile birlikte çalışmalar yapıp deneyimlerini artırıyor. Bugün özellikle çevre ülkelerden çok sayıda hasta ülkemize gelip sağlık hizmeti alıyor, bazen de buradaki radyolog arkadaşlarımız yurtdışına gidip belli radyoloji hizmetlerini orada veriyor; teleradyoloji ile ülkemizden destek alan merkezler de var.

Bunun dışında Sağlık Bakanlığı ile birlikte yaptığımız çalışmada cihaz parkımızın özellikle MR ve BT yönünden modern ve oldukça iyi bir yerde olduğunu gördük. Üzerinde daha fazla yoğunlaşıp daha iyi yerlere getirmemiz gereken nokta ise tetkik sayılarımız. Gereksiz tetkikleri azaltmamız, tetkik tekrarlarını önlememiz, rapor ve çekim kalitemizi artırmamız lazım.

Araştırma görevlilerinin eğitimi ve eğitimin standardizasyonunun dünya ortalamalarının üzerine çıkarılması konusunda, yenilenen Sağlık Bakanlığı Uzmanlık Tüzüğü ve Türk Radyoloji Derneği'nin çalışmaları doğrultusunda eğitim faaliyetlerinin devam ettirilmesi ve desteklenmesi için de çalışmalar sürüyor.

Kullandığınız Siemens görüntüleme çözümleri hakkındaki görüşlerinizi alabilir miyiz?

Radyolojik görüntülemede cihaz çok önemli. Siemens; hasta hizmetleri, bilimsel faaliyetlerin ve eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi, sorun çözme gibi pek çok konuda getirdiği çözümlerle bize önemli katkılarda bulunuyor. Diğer taraftan, Türkiye'deki önemli birkaç tane cihaz parkından birisi olan Başkent Üniversitesi de Siemens için önemli bir cihaz parkı. İşbirliği ve çözüm getirme konusunda karşılıklı çalışmalarımızın geçmişte olduğu gibi önümüzdeki dönemde de süreceğini düşünüyorum.

Prof. Dr. Muhteşem Ağıldere kimdir?

1963 yılında Konya'da doğdu. 1987 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. 1988 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Radyoloji ihtisasını tamamladı. Ardından bir yılı Johns Hopkins Üniversitesi'nde, bir yılı da Cornell Üniversitesi'nde olmak üzere, ABD'de iki yıl nöroradyoloji ve body CT/MR/ Doppler US konularında çalıştı. 1995 yılında Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi'nde dönerek akademik hayatına devam etti. Prof. Dr. Muhteşem Ağıldere halen Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Ana Bilim Dalı

Başkanı'dır. 2006-2010 yılları arasında Başkanlık görevini yürüttüğü Türk Manyetik Rezonans Derneği'ne yeniden başkan seçilen Prof. Dr. Ağıldere, manyetik rezonans (MR) ve radyoloji üzerine çalışmalarını uzun yıllardır sürdürüyor. 2012 yılından beri Magnetic Resonance Materials'ın *Physics, Biology and Medicine* (MAGMA) dergisinde Editörler Kurulu'nun üyesidir. Prof. Ağıldere, 2013 yılında European Society of Magnetic Resonance in Medicine and Biology (ESMRMB) tarafından "Certificate of MR Excellence" ile ödüllendirildi.

True Dual Energy ile başarı hikayeleri

Wiebke Kathmann, PhD

Dünyanın dört bir yanındaki radyologlar ve radyoloji teknisyenleri, BT görüntüleme alanında Dual Energy teknolojisini kullanarak birçok yeniliğe imza atıyorlar. Dört önemli uzmana, araştırma ve rutin çalışmalarında yaşadıkları klinik deneyimleri, kontrast düzeyinin artırılmasına, metal bazlı artefaktların belirgin bir şekilde azaltılmasına yönelik imkanları ve görüntüleme alanında beklenen gelişmeleri sorduk.

Bilgisayarlı tomografi alanında heyecan verici teknolojik inovasyonlar gerçekleşmeye devam ediyor. Özellikle de ticari satışa sunulan çok kesitli BT tarayıcılarında kullanılmaya başladığı günden beri Dual Energy (DE) tarama teknolojisi hızlı gelişimini sürdürüyor. DE, 2005 yılında, bir Dual Source BT tarayıcısı olan SOMATOM® Definition sistemi ile birlikte piyasaya sürüldü.

Günümüzde giderek daha fazla sayıda radyolog, şu olağanüstü özellikleri nedeniyle Siemens True Dual Energy BT sistemini tercih ediyor:

- 1 Gelişmiş tanısal seçenekler
- 2 Dual Source Dual Energy sistemi ile yapılan taramalarda hastaların ilave radyasyona maruz kalmaması
- 3 Hemen hemen tüm klinik uygulamalar ve birçok hasta için uygun olması

Morfolojinin ötesinde

True DE, geleneksel bir BT taramasından farklı olarak Dual Source DE sistemi için ilave veriler, Single Source DE sistemi için ise doz optimizasyonu imkanı sunuyor. Yüksek uzaysal ve zamansal çözünürlükte DE uygulamaları, hem klinik uygulamalarda hem de tıbbi araştırmalarda son derece etkili bir şekilde kullanılıyor. DE en çok böbrek taşı veya gut gibi hastalıklarda yabancı maddeleri tanımlamak amacıyla tatbik ediliyor. Dual Source DE ayrıca solunum ve kalp hareketleri nedeniyle artefakt



“Single Source tarama konumu üzerinde çalışıyoruz, çünkü Single Source DE teknolojisinin, iyot alımının belirgin ve nicel bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağladığına inanıyorum.”

Dr. Thorsten Johnson,
Münih Üniversitesi Hastanesi
Campus GroBhadern, Almanya

üretmeye yatkın kalp görüntüleme prosedüründe de yaygın olarak kullanılıyor. True Dual Energy, SOMATOM Definition AS sisteminden SOMATOM Definition Edge sistemine kadar uzanan tüm Siemens Single Source BT tarayıcı ürün gamında bulunuyor. Gelişim bununla da sınırlı kalmıyor: Diğer uygulamalar da artık araştırma aşamasından klinik uygulama aşamasına geçiş yapıyor.

Röportaj yaptığımız dört uzman, DEBT teknolojisini günlük rutin uygulamalarına nasıl entegre ettiklerini ve araştırmalarındaki amaçlarını açıklıyor.

Münih, Almanya: Single Source DE üzerine araştırmalar

Almanya, Campus GroBhadern'de bulunan Münih Üniversitesi Hastanesi'nde her zaman DEBT görüntüleme teknolojisine yönelik güçlü bir eğilim vardı.

Günümüzde, abdominal BT taramalarının yaklaşık yarısı, rutin olarak DE teknolojisi ile gerçekleştiriliyor. Dual Source BT uygulamalarının klinik düzeydeki öncülerinden biri olan Dr. Thorsten Johnson, daha çok Dual Source DE'yi deneyimlediklerini belirtiyor. Dr.

Johnson, ilk günlerden itibaren dahil olduğu bu süreçte birçok algoritmanın geliştirilmesine de katkıda bulunmasıyla dikkat çekiyor. Halihazırdaki araştırmaları, SOMATOM Definition Edge sisteminde kullanılan Single Source DE teknolojisine odaklanıyor. Kanserli lezyonlar ile içi kan dolu kistleri birbirlerinden ayırmak mümkün olsaydı, bu uygulama klinik açıdan büyük bir öneme sahip olup, başta onkoloji merkezleri olmak üzere çok sayıda kullanıcının ilgisini çekirdi. İyot alımına yönelik farklı reaksiyonlar, görüntüsü iyileşmeyen kistler ile iyodu kabul eden lezyonların birbirlerinden ayrılmasına yardımcı olabilir. SOMATOM Definition Edge sisteminde kullanılan Source DE tarama konumunun, Dual Source tarayıcılarda olduğu gibi iyot tatbiki açısından en uygun seçenek olduğuna inanan Dr. Johnson ve ekibi, önceliği Single Source DE tarama konumuna veriyor. “Genellikle, bir lezyon tarafından alınan iyot miktarını ölçmek isterseniz, kontrast maddeli ve kontrast maddesiz iki tarama gerçekleştirirsiniz. SOMATOM Definition Edge sistemindeki Single Source DE tarama konumunda söz konusu iki taramayı, ilave DE özelliği sayesinde yarım radyasyon dozuyla art arda gerçekleştirebilirsiniz.” Johnson ve ekibi, yakın zamanda inceledikleri vakalarda, düşük

“Dual Source DE teknolojisi kullanılarak, olası sorunlar çok daha erken bir aşamada ve daha yüksek hassasiyet ile tespit edilebilir. Bu durum, hastanın yaşam kalitesinin artırılmasına yardımcı olur.”

Dr. Mohamed Ouhlous, PhD,
Erasmus Tıp Merkezi,
Rotterdam, Hollanda

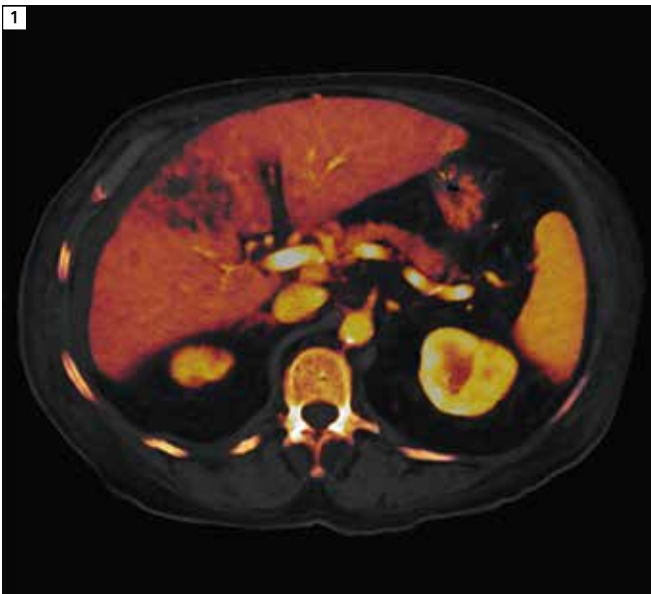


radyasyon dozuyla mükemmel görüntü kalitesi ile birlikte umut vaat eden sonuçlar elde ettiler (Şekil 1).

Rotterdam, Hollanda: Bebeklerde DEBT teknolojisinin kullanımı – sedasyon ve ilave doz tatbik etmeye gerek yok

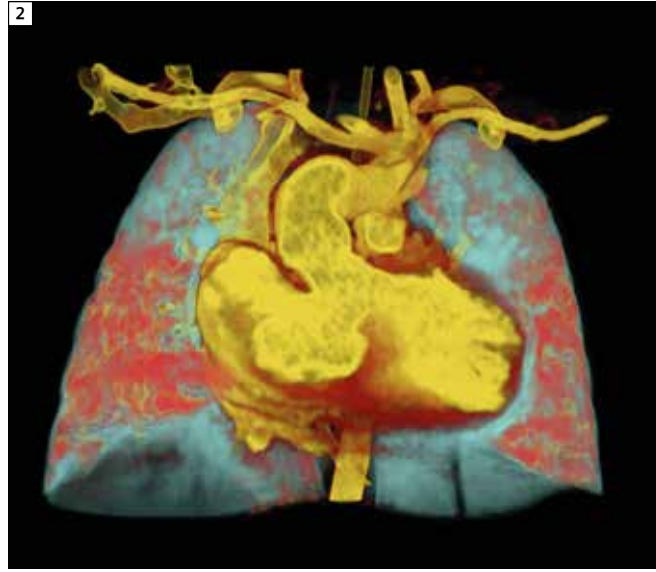
Hollanda'nın Rotterdam şehrinde bulunan Erasmus Tıp Merkezi'nde Radyoloji Bölümü'nde görevli uzmanlar çok kısa bir süre önce pediyatrik taramalarda Dual Source DE teknolojisini kullanmaya başladılar. Hedefleri, sedasyon veya anestezi uygulamaksızın, en önemlisi

de radyasyon dozunu artırmaksızın, anatomik ve fonksiyonel veriler temelinde, tedavi kararlarının güvenli bir şekilde alınabilmesini sağlamaktır. Uzman radyolog Mohamed Ouhlous, MD, PhD, geleneksel BT yöntemiyle elde edilen ve tamamen anatomik olan verilerin konjenital kalp ve akciğer hastalığı olan çocuklarda yeterli olmadığını belirtip sözlerine şu şekilde devam ediyor: “Örneğin, pediyatrik kalp ve göğüs hastalıkları uzmanları açısından ventilasyon ve perfüzyona yönelik bilgiler dahil olmak üzere sayısız bilgilere gereksinim duyuluyor. Bu nedenle, diğer görüntüleme yöntemlerini de araştırmaya başladık. DEBT teknolojisinin akciğer embolisi olan erişkinlerde perfüzyon kusurlarını görüntüleyebildiğini keşfettiğimiz andan beri bu teknolojinin bize ihtiyaç duyduğumuz ek bilgileri sağlayabileceğine inanıyoruz. Birçok yan faktör nedeniyle bu embolileri görmek genelde zordur. Mantiğim bana şunu söylüyordu: Madem akciğerdeki kan akışını ölçebiliyoruz, o zaman neden bu teknolojiyi, konjenital kalp ve akciğer hastalığı olan çocuklarda kullanmayalım?” Ekip, bunun üzerine adım adım SOMATOM Definition Flash sistemine yönelik bir protokol geliştirdi. İlk olarak standart BT taramalarını Flash taramaları ile değiştirdiler ve genç hastaları için sedasyon ihtiyacını azaltabileceklerini fark ettiler. Ağlayan bebeklerde dahi tarama prosedürü, artefaktlara neden



1 Hipodens bir kitlenin bulunduğu karaciğerin DEBT görüntüsü. Vakaya ait bu görüntü, SOMATOM Definition Edge sistemi ile çekildi. Almanya, Campus Großhadern'de bulunan Münih Üniversitesi Hastanesi'ne teşekkür ederiz.

olmaksızın iki nefes arasına gerçekleştirilebildi. Bunun bir sonucu olarak pediatri uzmanları, hastaları için daha sık BT taraması istemeye başladılar. Flash protokolünü kullanarak genç hastalardan edindikleri ilk deneyimlerin ardından ekip, akciğer perfüzyonuna, diğer bir deyişle akciğerdeki iyot dağılımı konusuna odaklandı. Erasmus ekibi, 2012 yılının Aralık ayından bu yana toplam 12 çocuk ve bebeği (en küçükleri 1 günlük), Dual Source DEBT tarama prosedürüne tabi tuttu. Bu taramalardan elde edilen görüntülerin kalitesi, herkesin beklentilerini aştı. Özellikle klinik uzmanları bu gelişmeden büyük bir heyecan duydular. Dr. Ouhlous, konu ile ilgili olarak şu değerlendirmede bulunuyor: "Dual Source DEBT taramaları, uzman ekibe, doktorların ultrason analizinde gözden kaçırabilecekleri anormalliklerle ilgili olarak ek bilgiler sağlıyor. Artık doktorlar, belirli bir yol haritası çizebilmek için anjiyoya girişmeden önce BT taraması talep ediyorlar." Anjiyografiye kıyasla DEBT teknolojisi, sadece iyot miktarı ve radyasyon dozu açısından birtakım avantajlar sunmakla kalmıyor, aynı zamanda kontrast maddenin intraarteriyel kullanımı yerine, intravenöz olarak



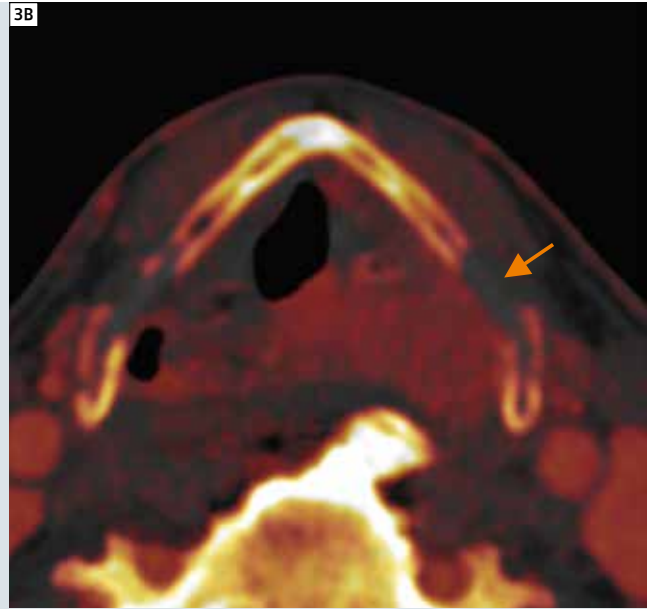
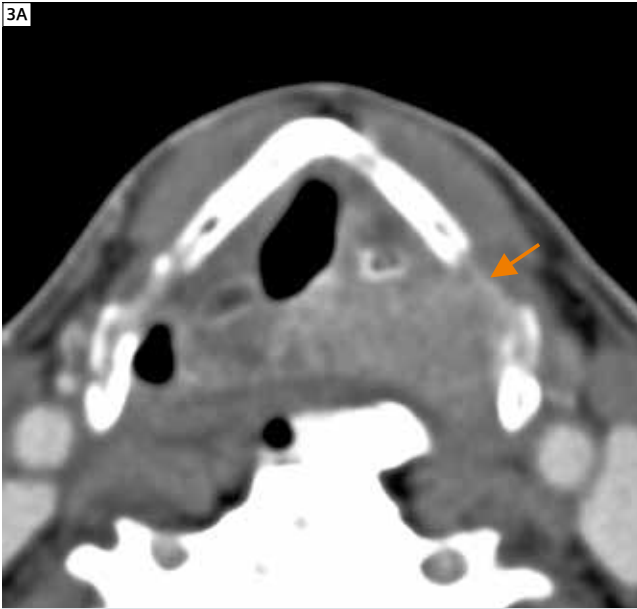
2 Konjenital kalp defekti olan 7 aylık bebeğin, 1,4 mSv etkin dozda tarama sonuçları. Hasta, SOMATOM Definition Flash (Dual Source DE) sistemiyle tarandı. Tarama sonuçları, syngo.CT DE Lung Analysis (Akciğer Analizi) (syngo.via VA20) yazılımıyla değerlendirildi. Hollanda'nın Rotterdam şehrinde bulunan Erasmus Tıp Merkezi'ne teşekkür ederiz.

tatbik edilmesini gerektirdiği için non-invazif bir yöntem sağlıyor. DEBT ayrıca, diğer teknolojilerde söz konusu olabilen, sedasyon ve anestezi ile bağlantılı bazı risklerin azaltılmasına yardımcı olma potansiyeline sahip. Dr. Ouhlous, kaliteli verinin Dual Source DE teknolojileri ile elde edilebileceğini belirterek, sözlerini tamamlıyor. İşte bu nedenle Dual Source DE bu grup hastalara düzenli olarak tatbik ediliyor ve çocukları yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde etkileyebilecek

konjenital kalp ve akciğer hastalıklarında kullanılan bir yöntem olarak genel kabul görüyor. Bu teknoloji sayesinde olası sorunlar çok daha erken bir aşamada ve daha yüksek hassasiyetle tespit edilebiliyor.

Chiba, Japonya: Dual Source DE teknolojisi, gereksiz tedavileri önleyebilir

Onkolojik radyoloji alanında DEBT teknolojisinin diğer bir öncüsü olan Dr. Hirofumi Kuno, Japonya'nın Chiba şehrinde bulunan Ulusal Kanser



3 Yutak altı kanseri olan 65 yaşındaki bir erkek hastanın DEBT teknolojisi ile görüntülenen tiroid kıkırdağı invazyonu (ortalama ağırlıklı (WA) görüntü, Şekil 3A; iyotlu kontrast madde tatbik edildikten sonra çekilen görüntü, Şekil 3B). Japonya'nın Chiba şehrinde bulunan Ulusal Kanser Merkezi Doğu Hastanesi'ne teşekkür ederiz.

Merkezi Doğu Hastanesi'nde görevli bir radyolog. Başta gırtlak ve yutak altı skuamöz hücreli karsinom olmak üzere baş ve boyun onkolojik radyolojisi alanında uzman olan Dr. Kuno'nun, az rastlanan bu kanser türlerine yakalanan birçok hastası bulunuyor. Hastalarının gereksiz tedavi görmelerini önlemek isteyen Dr. Kuno, gırtlak kıkırdağı ile iyot tatbikiyle daha belirgin bir şekilde tespit edilebilen tümör dokusunu birbirlerinden güvenli bir şekilde ayırt edebilecek bir BT uygulaması arayışına girmiş. Geleneksel BT görüntülerinde, aşağı yukarı aynı BT değerlerine sahip olan bu iki dokunun birbirlerinden ayırt edilmesi güç. Ancak, klinik açıdan, tedaviyle ilgili olarak herhangi bir karar vermeden önce kesin bir şekilde tiroid kıkırdağı invazyonu olup olmadığını tespit etmek gerekiyor. İşte tam bu noktada DEBT devreye giriyor. Dr. Kuno, BT görüntülemeye *syngo*.CT DE yazılımını kullanan DE teknolojisinin kıkırdak ile iyot tatbikiyle daha belirgin hale getirilen tümörün birbirlerinden ayırt edilmesindeki potansiyeli fark etmiş. Dr. Kuno, şu noktaya dikkat çekiyor: "Aslında teknolojiyle pek fazla ilgim yok. Ancak hastalarımın faydasına olacağını bildiğim için gelişmeleri takip ediyorum. Şu kesin ki DE teknolojisi ile elde edilen yüksek kaliteli görüntüler, tedavi ile ilgili kararlarda önemli bir olumlu etki yaratıyor. Bu teknoloji, boyundaki karmaşık yapılarla ve görüntülerdeki genelde hatalı pozitif sonuçlara yol açan bulgu çeşitliliğine karşın kanserin kesin bir şekilde tespit edilmesine olanak veriyor. DE teknolojisi ayrıca, organları koruyucu tedaviler (kemo-radyasyon) ile ameliyat sonrasında muhtemelen ses kaybına yol açarak hastanın yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etki bırakma potansiyeli olan daha agresif tedaviler (larinjektomi) arasındaki farkı ortaya koyarak karar alma sürecini kolaylaştırıyor."

SOMATOM Definition Flash sistemi 2010 yılının Mart ayında hastaneye kurulur kurulmaz Dr. Kuno çalışmalarına başladı. Siemens ile yakın işbirliği içerisinde bir tarama protokolü geliştirdi ve protokolün tanı

"Bize göre, SOMATOM Definition Flash sistemi bulunan herhangi bir kurum, Dual Source DE protokolünü, baş ve boyun tümörlerinin bir gün içinde teşhisinde kullanır hale gelebilir."

Dr. Hirofumi Kuno,
Ulusal Kanser Merkezi, Doğu Hastanesi
Chiba, Japonya



performansını artırıp artırmadığını araştırdı. Bu çalışmalarda, geleneksel BT taramalarına kıyasla rekonstrüksiyon süresi ve görüntü değerlendirme prosedüründe çok az bir fark olduğu tespit edildi. Program, hem ağırlıklı ortalama (WA) hem de iyot tatbiki (IO) ile daha belirgin hale getirilen görüntüleri hazırlıyor.

WA görüntüsü, kıkırdağın değerlendirilmesine (invazyon, aşınma, lizis veya lizis artı ekstralarenjeal invazyon) imkan veriyor. İkinci kontrastlı görüntü – yani IO görüntülerinin iyileştirilmiş modeli– ise, kanserli dokuları besleyen kan damarlarındaki iyot alımının, kan damarı serbest kıkırdağındaki iyot alımına göre olan farkını ortaya koyuyor.

Dr. Kuno, sözlerine şu şekilde devam ediyor: "2012 yılı itibarıyla larinjeal veya farinjeal kanser hastası 300 kişiyi taramadan geçirdik. T4 evresi, kıkırdağın tamamen invazyonunu ifade ediyor ve bu durum, talimatlara göre larinjektomi gerektiriyor. Bu hasta grubunda tümörlerin, daha yüksek çözünürlüklü BT taramaları kullanılarak T3 evresine geriletebileceğine inanıyoruz. Bu durum da, organ ve fonksiyonları koruyucu tedaviler uygulama yönünde karar almamızı sağlıyor." Dr. Kuno, Dual Source DEBT teknolojisi kullanımının, kıkırdak invazyonunun yaygınlığının tespitinde duyarlılık ve özgüllük düzeyini artırdığını tespit

etti. Çalışmasının sonuçları, 2012 yılının Ekim ayında *Radiology* adlı dergide yayımlandı [1]. Dr. Kuno, şu hususu da vurguluyor: "DEBT teknolojisi ile elde edilen WA ve IO görüntülerinin toplu analizi, tanı performansını artırıyor ve sonuçların tekrar elde edilebilirliğini sağlayarak larinjeal kıkırdak invazyonunun küçük hücreli karsinom olarak değerlendirilmesi prosedüründe gözlemcilere destek oluyor. Bu, özellikle de organları koruyucu bir tedaviye başlarken tedavi stratejisi açısından en önemli husustur."

Bu arada Dr. Kuno, baş ve boyun kanseri hastalarının birçoğunu Dual Source DE teknolojisini kullanarak analiz ediyor. Halihazırda güvenilir bir protokol olarak değerlendirilen bu teknoloji, araştırma aşamasından klinik uygulama aşamasına sadece 2 yıl içerisinde geçiş yaptı. Dr. Kuno, bu durumu şöyle açıklıyor: "Kısa sürede gerçekleşen bu geçişin ana nedeni, DE taramalarının her zaman normal 120 kV'lık görüntüleri de üretebilmesi; yani ilave bir radyasyon dozu tatbik edilmediği halde görüntü kalitesinde herhangi bir düşüş meydana gelmiyor. Tek fark, DE taramalarından elde edilen görüntüleri arşivlemek için daha fazla disk alanına ihtiyaç olması. Teknisyenler açısından ise şunu belirtmek gerekir ki DE taramaları, iş akışını etkilemiyor. Ayrıca hastaları ilgilendiren bir husus olarak, tarama

için gerekli süre ile iyot miktarında da herhangi bir değişiklik söz konusu olmuyor.” Dr. Kuno, larinjeal ve farinjeal kanserlerin T4 evreleme işleminin uzman olmayan kurumlar için gerçek manada çok daha kolaylaşacağına inanıyor: “Bize göre, SOMATOM Definition Flash sistemi bulunan herhangi bir kurum, Dual Source DE protokolünü, baş ve boyun tümörlerinin bir gün içinde teşhisinde kullanır hale gelebilir.”

Hamburg, Almanya: DE protokolü ile benzersiz görüntü kalitesi – radyasyon planlamasında bir gereklilik

Radyoloji, nükleer tıp ve radyasyon terapisi uygulamaları üzerine çalışan ve Hamburg’da dokuz lokasyonda faaliyet gösteren ‘Radiologische Allianz’ derneği uzmanları artık DEBT tarama prosedürünü tercih ediyor. Uzmanların odak noktası, radyasyon terapisinde önemli bir husus olan, metal implant kaynaklı artefaktların azaltılması. DE teknolojisi, baş ve boyun kanseri, pelvis kanseri veya prostat kanseri olan hastalar için radyasyon terapisinin planlanmasına yardımcı oluyor. Bu hastalarda, metal implant kaynaklı artefaktlar önemli bir zorluk oluşturuyor, çünkü prostat kanseri hastalarında 25-80 adet,

“Eğer bir topogramda metal implantlar mevcut ise geleneksel BT taraması yerine Single Source DE taramayı tercih ediyoruz.”

Matthias Kretschmer, MSc,
Radiologische Allianz,
Hamburg, Almanya



radyasyon yayıcı küçük metal pimlerin implantasyonu, kalça endoprotezleri veya ağız boşluğundaki implantlar gibi geçmiş tedavilerden kalan metal parçalar, BT görüntülerini olumsuz etkiliyor. Medikal fizikçi Matthias Kretschmer, konuyu şu şekilde açıklıyor: “Tüm bu metal implantlar, görüntülerde beyaz şeritler oluşturuyor ve örneğin ağızdaki lenf drenaj yollarının kesin çizgilerle belirlenmesini zorlaştırıyor. Kretschmer, şu noktayı da vurguluyor:

“İşte bu nedenlerden dolayı ne radyasyon terapisti hedef hacmi belirleyebiliyor ne de medikal fizikçi doğru radyasyon dozunu öngörebiliyor. Single Source DE, radyasyon onkoloğu için daha net görüntüler üretiyor ve medikal fizikçinin daha güvenilir veriler temelinde doğru dozu tahmin etmesine yardımcı oluyor. Emlakçılık sektöründe olduğu gibi BT görüntülerinde de en önemli ayrıntı, lokasyon, lokasyon ve lokasyondur.

Single Source DE: Tarama prensibi



1. tarama 140 kV
2. tarama 80 kV

Single Source DE tarama konumu, farklı tüp gerilimi (kV) ve farklı tüp akımlarında (mA) ardı ardına gerçekleştirilen iki otomatik spiral taramadan oluşuyor. Her bir tarama, standart uygulamaların yaklaşık yarı radyasyon dozuyla gerçekleştiriliyor. Bu uygulama, ALARA prensibi ile uyumludur.

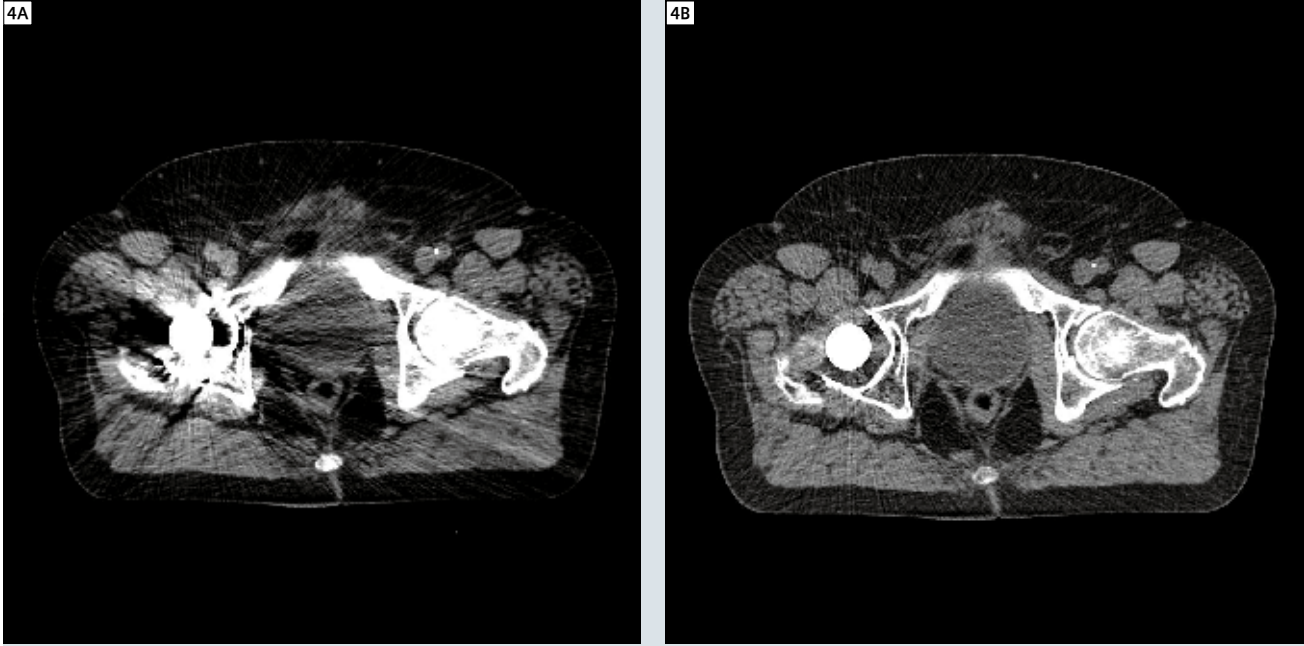
True Dual Energy

Kesinlikle Mükemmel Görüntüler

- Net görüntü kalitesi
- Morfolojinin ötesinde veriler – farklı yapıların vurgulanması, tanımlanması, ölçülmesi ve ayırt edilmesi

Kesinlikle En Doğru Doz

- Tam sayıda projeksiyonda dahi ilave radyasyon tatbik edilmez
- SAFIRE ve CARE Dose4D gibi radyasyon dozunu düşüren tüm özellikler geçerlidir
- Çeşitli klinik sorunlara yönelik olarak özel protokoller ve değerlendirme yazılım uygulamaları
- Düşük radyasyon dozu ve kontrast madde miktarıyla, çocuklardan yetişkinlere kadar hemen hemen tüm hastalar için uygulanabilir protokol



4 Single Source DE Monoenergetic ile metal implant kaynaklı artefaktların azaltılması: Geleneksel BT (Şekil 4A); 120 kV düzeyinde tek enerjili görüntü (Şekil 4B). Hasta, SOMATOM Definition AS20 (Single Source DE) ile tarandı ve sonuçlar, syngo.CT Dual Energy yazılımıyla (ileri düzey kullanıcılar için geliştirilmiş syngo.via VA20 yazılımına dahil bir uygulama) değerlendirildi. Almanya'nın Hamburg şehrinde bulunan Radiologische Allianz Derneği'ne teşekkür ederiz.

Ancak ve ancak lineer hızlandırıcının altındaki hasta, bir önceki BT planlaması ile birebir aynı lokasyonda ise tümörü tespit edebiliyoruz.”

Hamburg ekibi işe başladığında hâlâ geleneksel BT taramalarını tercih ediyordu; ekip, bu taramaların sonuçlarını, SOMATOM Definition AS 20 Open sistemiyle gerçekleştirilen Single Source DE taramalarından gelen sonuçlar ile kıyaslıyordu. Bu gerekliydi çünkü Hounsfield Birimleri (HU), tek enerjili uygulama nedeniyle değişiklik gösteriyor. Artefaktların azaltılmasında kullanılan her bir single source konum için fantomda yeni korelasyon tabloları hesaplanmalı ve planlama yazılımına kaydedilmeli. Hamburg'daki ekipte, tıp doktorluğunun yanı sıra BT uygulamaları üzerine eğitim alan radyasyon terapisti Julia Sudmann, PhD, önemli görevler üstleniyor. Dr. Sudmann, topogramda tümör ve diğer yapıların lokasyonlarını hızla değerlendirebiliyor ve görüntüyü bozan metal implant kaynaklı artefaktların nerelerde oluşabileceğini öngörebiliyor. Bu durumda, geleneksel BT taramalarına gerek kalmıyor. Uygulama, bunun yerine hemen Single Source DE konumuna geçiyor. Dr. Sudmann, Single Source

DE uygulamasının kullanıldığı birkaç denemeden sonra vakaların %60'ında tedavi planlamasında bir gelişim olduğunu belirtiyor. Single Source DE teknolojisini kullanıp kullanmama kararı, her bir vakada tümörün implanta kıyasla lokasyonuna (en önemli faktör) göre alınıyor. Dr. Sudmann, bugüne dek gerçekleştirilen taramalar ile kıyasladığında Single Source DE teknolojisini ağız tabanındaki tümörler açısından belirli bazı avantajlar sunduğunu belirtiyor: “Bu grup hastalar için artık standart yöntem olarak Single Source DE teknolojisini kullanacağız.” Dr. Sudmann, Single Source DE teknolojisini prostat kanserli ve daimi seed implantlı, hastalığı biyokimyasal olarak nükseden –diğer bir deyişle PSA değeri yükselen– ve sürekli olarak harici radyasyon tedavisine ihtiyaç duyan hastalarda hassas bir uygulama olarak görüyor. Dr. Sudmann, şu noktayı da vurguluyor: “Sonuç olarak bu teknolojiyi, büyük bir ihtimalle, endoprotezi veya implantı olan baş ve boyun kanseri hastalarımızın yaklaşık %5'inde kullanacağız.”

DE teknolojisinin klinik uygulamalarda başarılı olabilmesi için mükemmel bir

görüntü kalitesi sunması, ilave doz tatbikini önlemesi ve hemen hemen tüm hastalara uygulanabilir olması gerekiyor. Röportaj yapılan dört BT uzmanının deneyimleri, True Dual Energy teknolojisinin tüm bu özelliklere sahip olduğunu gösteriyor. Bu teknoloji, sadece araştırma alanında değil, daha da önemlisi günlük klinik uygulamalarda da başarısını kanıtlamış bulunuyor.

Medikal yazılar yazar Wiebke Kathmann, PhD, Almanca hazırlanan yayınları takip eden doktorlara yönelik olarak tıp dergilerine sık sık içerik sağlamaktadır. Aynı zamanda biyoloji yüksek mühendisi ve teorik tıp doktoru olan Kathmann, 1999 yılında serbest olarak çalışmaya başlamadan önce uzun yıllar birçok kurumda editör olarak görev almıştır. Dr. Kathmann, halihazırda, dönüşümlü olarak Almanya'nın Münih ve Karlsruhe şehirlerinde ikamet etmektedir.

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, vb.) bulunduğu için diğer müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair bir garanti söz konusu değildir.

Daha detaylı bilgi için
www.siemens.com/dual-energy

Pediyatrik abdomen görüntülemelerde Radial 3D VIBE - İlk deneyimler

Michael Kean, FSMRT; Dr. Anna Moon, MBChB FRANZCR MBA

Çocuklar için MR Görüntüleme Merkezi, Royal Çocuk Hastanesi, Murdoch Çocuk Hastalıkları Araştırma Enstitüsü
Parkville, Melbourne, Avustralya

Pediyatrik* abdomen ve pelvisin MR görüntüleme tekniği ile değerlendirilmesi, birçok faktör arasındaki karmaşık bir etkileşim sürecini ifade ediyor. Analizin başarısı veya başarısızlığı, hasta hareketi kaynaklı artefaktlardan bağımsız sekanslar elde etmeye dayanıyor.

Ultrason ve BT, pediyatrik abdomen değerlendirmesinde, dört ana faktör (erişim, klinik tanısal profile kolay entegrasyon, hız ve daha fazla sayıda abdominal hareketi dondurma kapasitesi) nedeniyle geçmişten beri temel görüntüleme teknikleri olarak tercih ediliyor.

Yıllarca abdomen içerisindeki çeşitli hareket türlerini telafi etmek için çok sayıda girişimde bulunuldu. Hareket düzeltme prosedürlerinin ilk ve en basit şekli, çoklu ortalamalar içeren verileri toplamak ve kullanmak suretiyle fazla bağlı gölgelenmelerin ortalamasını bulmaktır. Bu yöntem bugün hâlâ kullanılıyor olsa da BLADE gibi daha sofistike sekanslar ile birlikte tatbik ediliyor. Bu çözümdeki temel sorun uzun tarama süresi; bu süre, her ilave ortalama alım işleminde daha da uzuyor.

Solunum geçitleme (gating) / tetikleme yöntemlerinin, yüksek tanısal standartlarda T2 ağırlıklı görüntüler elde etmede son derece başarılı olduğu kanıtlanmış olsa da nihayetinde bu yöntemlerde gerekli tarama verimliliğini sağlamak ve harekete dayalı artefaktlardan bağımsız görüntüler elde etmek için hastanın düzenli bir şekilde nefes alıp vermesi gerekiyor.

Harekete duyarsız daha karmaşık sekansları hayata geçirmek için yapılan birçok girişim, sistem donanım kapasiteleri ve uzun rekonstrüksiyon süreleri nedeniyle kısıtlandı. Coiller ve gradyanlar daha sofistike hale geldikçe hareket kaynaklı artefaktlar, nefes

tutmalı taramalar ile azaltıldı. Bu teknik, genç ve erişkinler için iyi olsa da sedasyon tatbik edilen çocuklarda durum nedir acaba?

Birçok şeyde olduğu gibi, eski bir anda yeni oluverir: Non-Kartezyen örnekleme algoritması yerine radyal örnekleme** yöntemi tercih etmek suretiyle artık görüntü verilerinin ortalamasını alma işlemini daha sofistike bir formatta gerçekleştirebiliyoruz. Düzlem içi radyal (yıldız kümesi) örnekleme ve düzlem boyunca kartezyen örnekleme tekniklerinin kombinasyonu, hastalarda T1 ağırlıklı görüntüleme prosedürünü önemli oranda geliştirdi.

Ancak hiçbir gelişim mükemmel değildir: Radyal VIBE görüntüleme, rezonans dışı etkilere Kartezyen tabanlı VIBE görüntülemeye kıyasla daha açık. Radyal VIBE görüntüleme, standart görüntülemelerde oluşan geleneksel kimyasal kayma etkileri yerine, yağ dokusu gibi güçlü rezonans dışı dokular nedeniyle görüntü bulanıklığı sorunu ile karşı karşıya kalıyor. Söz konusu etkileri hafifletmek için bu tip görüntülemelerde spektral yağ süpresyonu tekniğinin uygulanması gerekiyor: bizim tercih ettiğimiz teknik, SPAIR. Homojenliğin zayıf olduğu alanlarda hafif düzeyde bir bulanıklık veya çizgiler oluşuyor, ancak deneyimlerimize göre bu olumsuzluklar, elde edilen görüntünün tanısal olma özelliğini etkilemiyor.

Görüntü bulanıklığı veya çizgilerin ortaya çıkmasına neden olan potansiyel diğer bir kaynak da abdominal yapıların düzlem boyu hareketleri veya yüksek kontrastlı hacimler. Abdominal yapıların düzlem içi ve düzlem boyu hareketlerini minimize etmek için kurulumumuzun klinik koşullarını karşılayan hastalara buscopan (veya glucagon) uyguluyoruz.

Görüntüleme deneyimlerimizin birçoğu, her ikisi de syngo MR B17 yazılımı

üzerinde çalışan ve standart vücut matrisi coil'i veya 32 kanallı kardiyak coil'in kullanıldığı 3T MAGNETOM Trio ve Verio sistemleriyle gerçekleştirildi. Çok küçük çocuklarda ise büyük esnek coil veya 15 kanallı alıcı/verici ekstremite coil'i kullanıyoruz. Radyal VIBE sekansına ait görüntüleme faktörleri genelde şöyle oluyor: görüntüleme hacmindeki kesit adedi, görüş alanı veya sargıya bağlı olarak, 2,0-2,5 mm kesit kalınlığı; 0,4 x 0,4 mm düzlem içi interpolasyon çözünürlüğü ve 1,75 dakikalık ortalama görüntüleme süresi.

3D VIBE Standart Dixon sekansı ile Radyal VIBE sekansı arasındaki seçim, klinik belirtilere bağlı. Yağ olmayan bir dokunun süpresyonlu veya dinamik, çok fazlı görüntülemesi için, hem standart hem de Radyal VIBE sekanslarını protokole entegre ediyoruz. Caipirinha ve Dixon gibi gelişmiş iPAT tekniklerinin kullanımı dahil olmak üzere süregelen gelişmeler, radyal VIBE sekansının klinik kullanım sahasını genişletecek.

Radyal VIBE sekansı, nefes tutmalı standart 3D VIBE sekanslarına göre yüksek sinyal-gürültü oranı, patolojiye yönelik yüksek tanısal hassasiyeti ve yüksek uzaysal çözünürlüğü ile hareket kaynaklı artefaktlarda sağladığı istikrarlı düşüş sayesinde abdominal ve pelvis görüntüleme protokollerinin dahili bir parçası haline geldi.

* MR tarama tekniğinin fetüsler ile iki yaşından küçük bebekler üzerinde kullanımının güvenli olup olmadığı henüz kanıtlanmamıştır. Sorumlu doktor, MR görüntülemesinin diğer görüntüleme tekniklerine göre avantajlı özelliklerini değerlendirmelidir.

** Radyal VIBE, StarVIBE adlı sistemin prototiptir. StarVIBE, 1.5T MAGNETOM Aera ve 3T MAGNETOM Skyra sistemlerinde kullanılmaktadır. Radyal VIBE ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Ürün, halihazırda geliştirilme aşamasında olup, ABD ve diğer ülkelerde henüz piyasaya sürülmemiştir. Ürünün gelecekte erişilebilirliği de garanti edilemez.

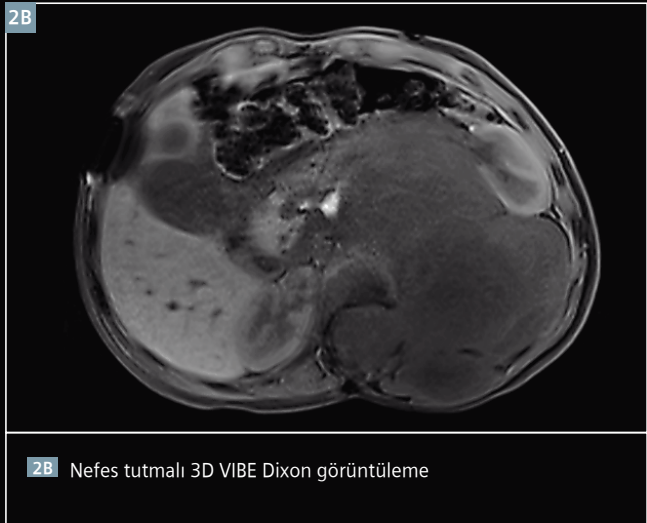
Vaka 1

Gaucher's Hastalığı tedavisine başlamadan önce karaciğer / dalak hacimlerinin görüntülenmesi gereken 7 aylık bebek*



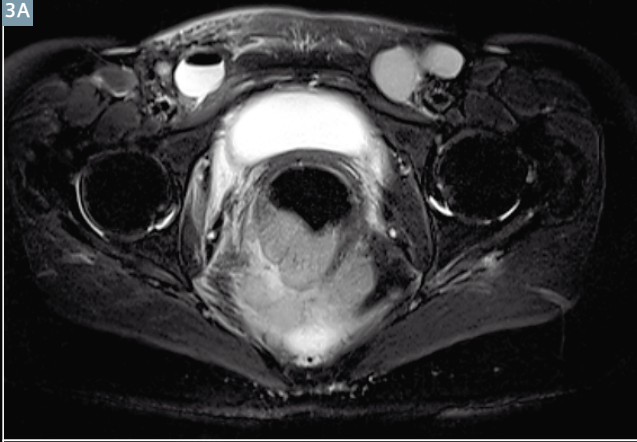
Vaka 2

Abdomen bölgesinde kitle tespit edilen 7 yaşındaki kız hasta. Hastaneye ilk geldiğinde yapılan BT taramasında, Paraspinal Gangliyonörom tespit edildi. Tümörün omurga içinde ne kadar yayıldığını belirlemek ve cerrahi eksizyon için tümör düzlemlerini tespit etmek üzere MR görüntüleme tekniği uygulandı.

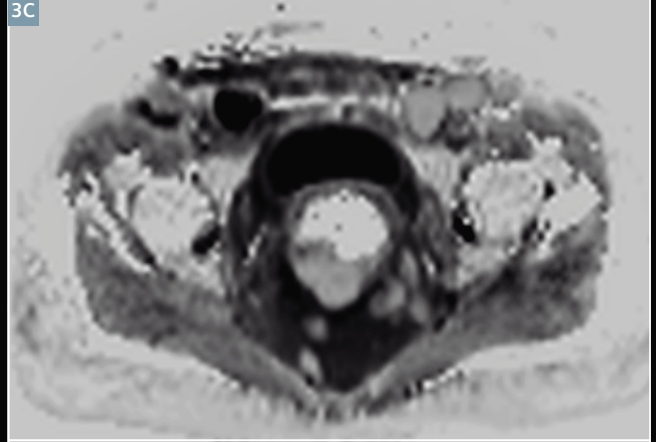


Vaka 3

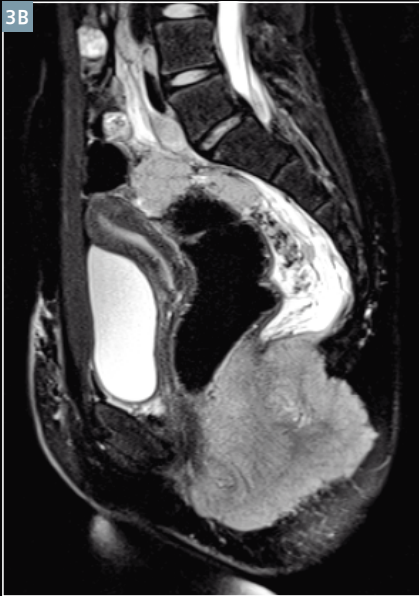
Genç kız hasta, alt pelviste ağrı şikayetiyle hastaneye başvurdu, ancak tam muayeneyi reddederek alternatif/doğal tedavi yaklaşımı takip etmeye karar verdi. Hasta, 2 hafta sonra daha şiddetli ağrı ile hastaneye başvurdu. Yapılan biyopsi, ele gelecek kadar genişlemiş yüzeysel lenf düğümleri, hastalığın yayıldığını gösterdi. Sosyal koşullar nedeniyle ilk tercih edilen tanısıl prosedür MR görüntüleme oldu. MR görüntüleme destekli biyopsi prosedürü sonrasında hastaya rabdomiyosarkom teşhisi kondu.



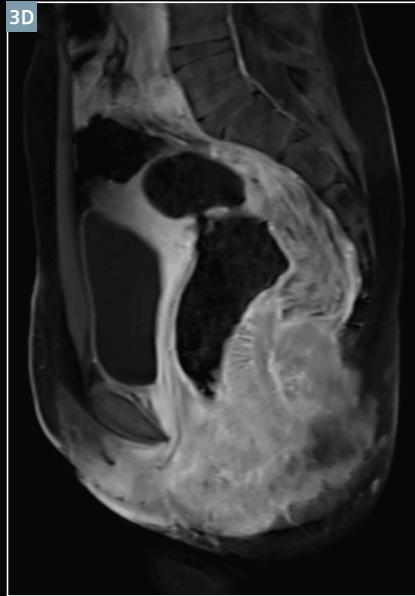
3A Nefes tutmalı, transvers, T2-ağırlıklı SPAIR sekansı



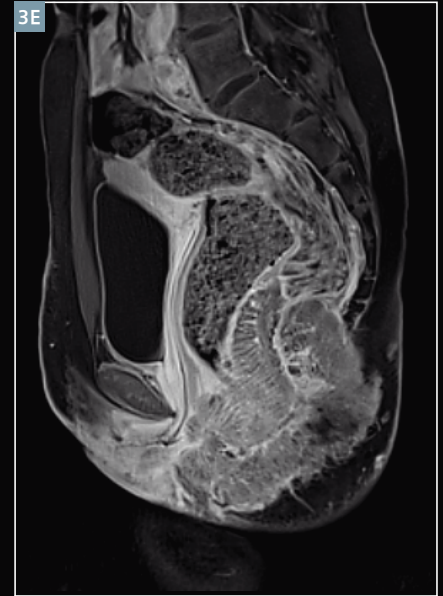
3C Çoklu b-değerli, transvers DWI (siyah-beyaz dönüştürülmüş ADC), infiltratif tümör ve lenf düğümlerini gösteriyor.



3B Nefes tutmalı, T2-ağırlıklı, sağıtal SPAIR TSE sekansı



3D Kontrast tatbiki sonrası 3D VIBE Dixon sekansı

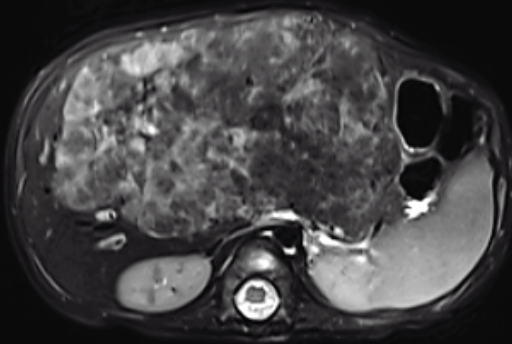


3E Kontrast tatbiki sonrası 3D Radyal VIBE SPAIR sekansı

Vaka 4

Çevre hastanelerden birinden, abdomen kısmında genişleyen bir kitlesi olan 7 aylık bebek* hastanemize sevk edildi. Hastaneye ilk geldiğinde hastaya yapılan BT taraması, büyük ve genişleyen kitlenin varlığını ortaya koydu. MR görüntülemesi, rezeksiyon öncesindeki evreleme işleminin bir parçası olarak gerçekleştirildi.

4A



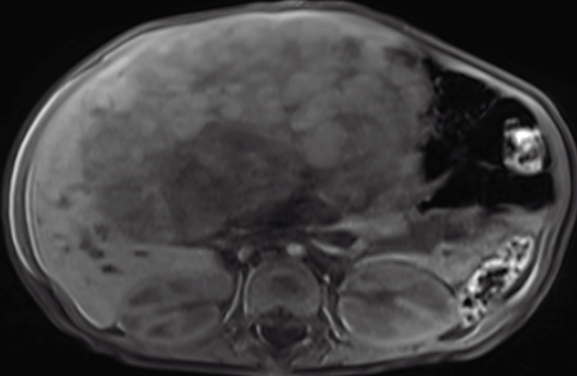
4A Navigatörlü, serbest nefes almalı, transvers SPAIR T2w TSE sekansı

4B



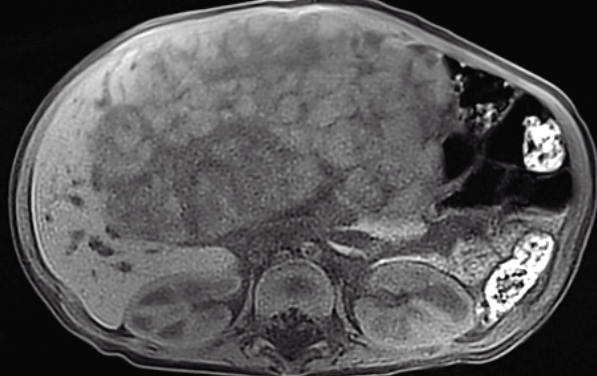
4B Çoklu b-değerli DWI (siyah-beyaz dönüştürülmüş ADC).

4C



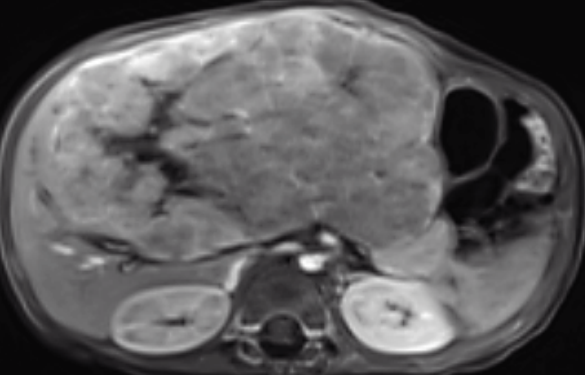
4C Nefes tutmalı, 3D Dixon VIBE sekansı

4D



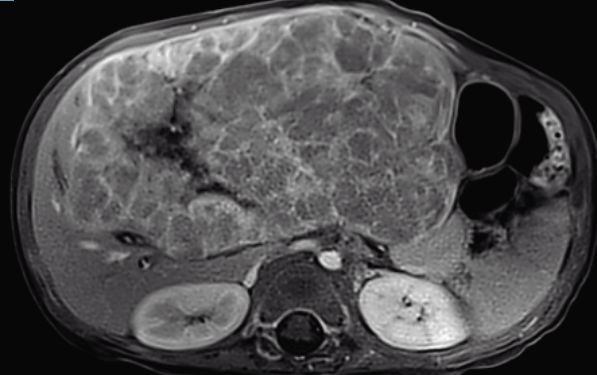
4D 3D SPAIR Radial VIBE sekansı

4E



4E Kontrast tatbiki sonrası, nefes tutmalı 3D Dixon VIBE sekansı

4F

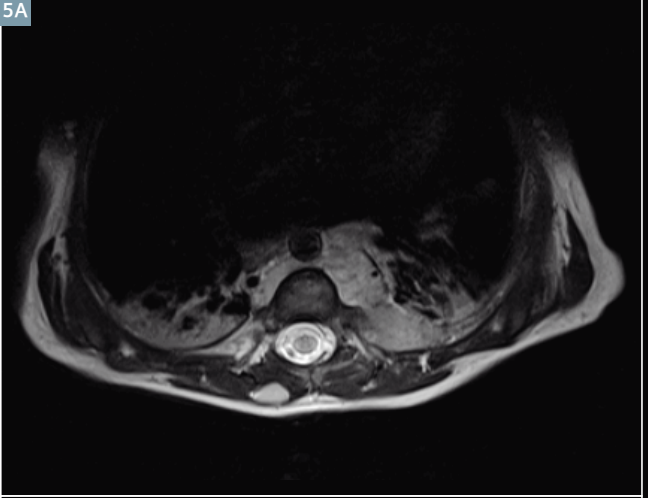


4F Kontrast tatbiki sonrası, 3D SPAIR Radial VIBE sekansı

Vaka 5

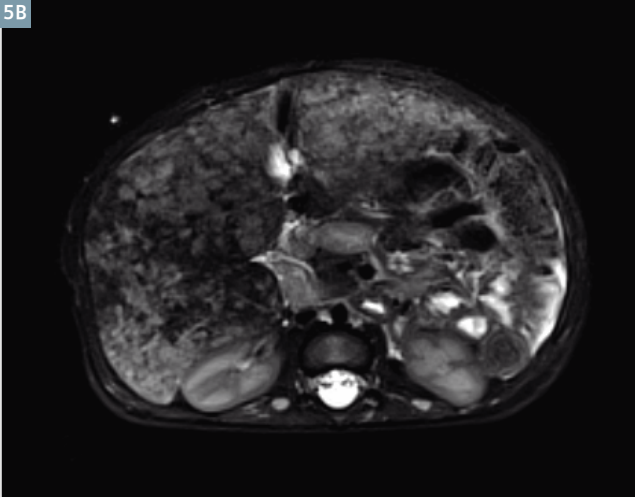
Hastanemize gelen hastaya yapılan tamamlanmamış tarama prosedüründe intratorasik kitle olduğu ve bu kitlenin büyük bir ihtimalle intratekal olarak yayıldığı tespit edildi. Söz konusu kitlenin nöroblastom olduğu belirlendi. Anestezi altında tatbik edilen kapsamlı MR görüntüleme işleminde, metastatik nöroblastom tespit edildi.

5A



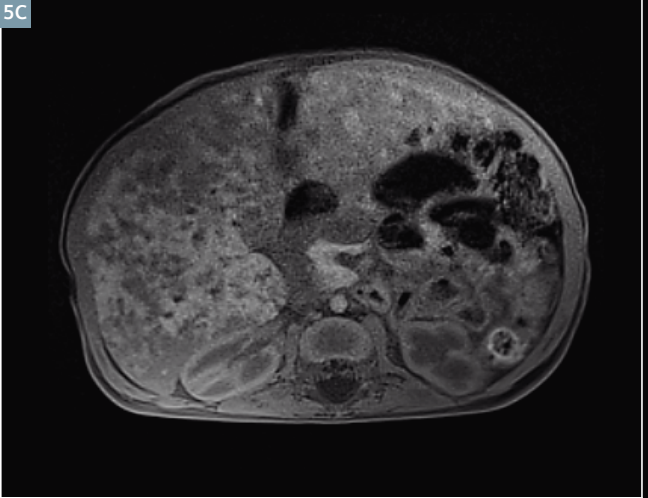
5A Torasik omurganın transvers T2w TSE görüntüleri

5B



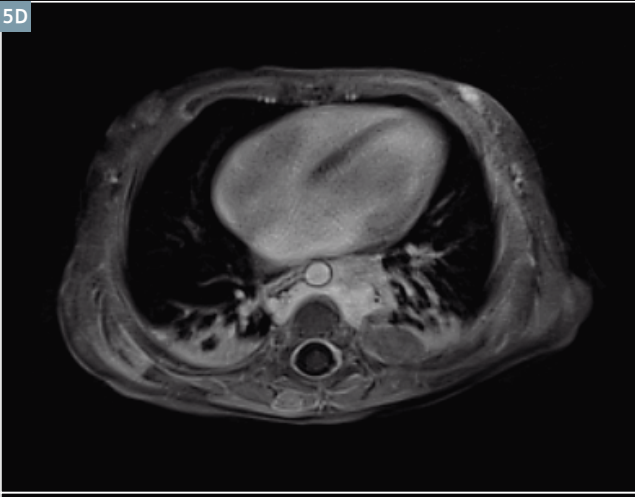
5B Transvers T2w SPAIR BLADE sekansı

5C



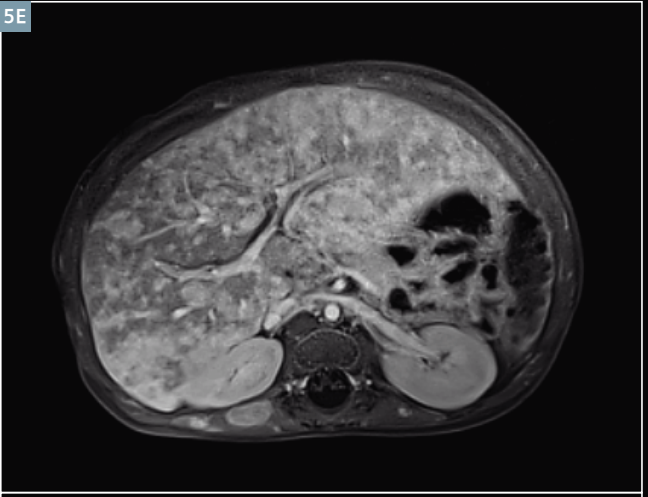
5C Transvers 3D SPAIR Radial VIBE sekansı

5D



5D Tümörün gelişimini, vasküler veya kardiyak ile ilişkili artefaktlar olmaksızın gösteren transverse 3D Radyal VIBE göğüs görüntüsü

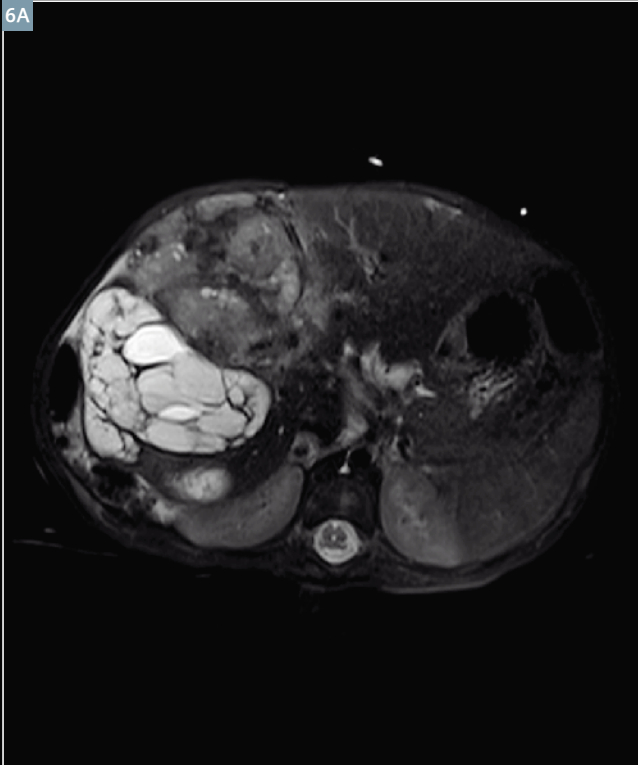
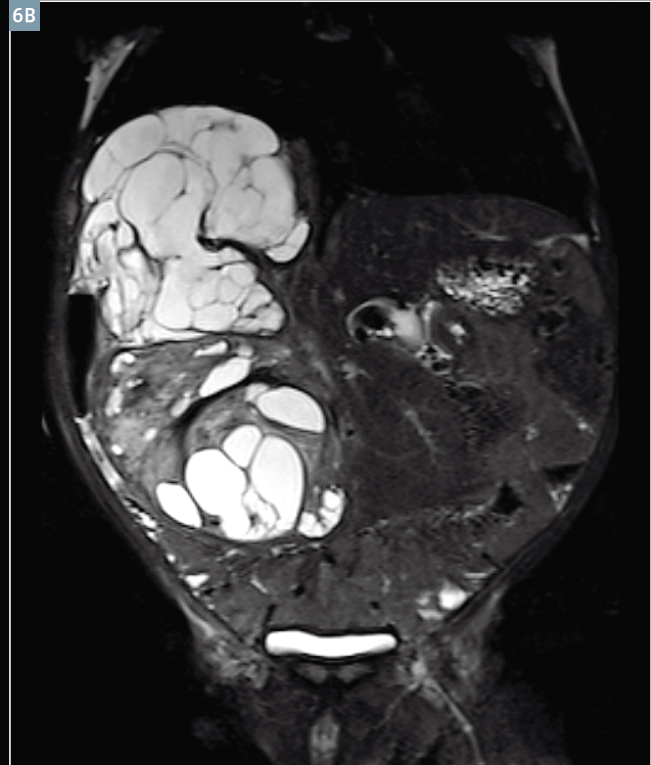
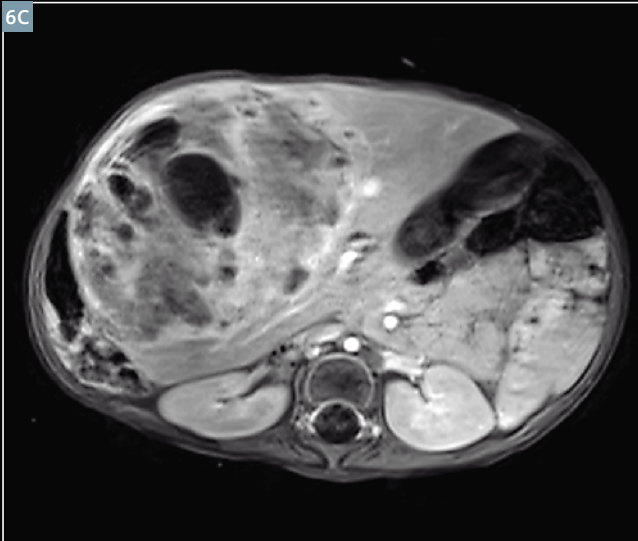
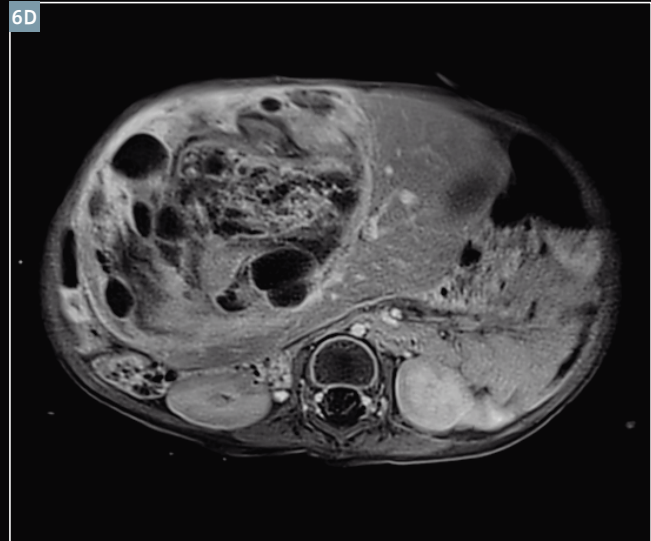
5E



5E Kontrast tatbiki sonrası transvers 3D Radial VIBE sekansı

Vaka 6

Hepatoblastom – kemoterapi öncesi evreleme

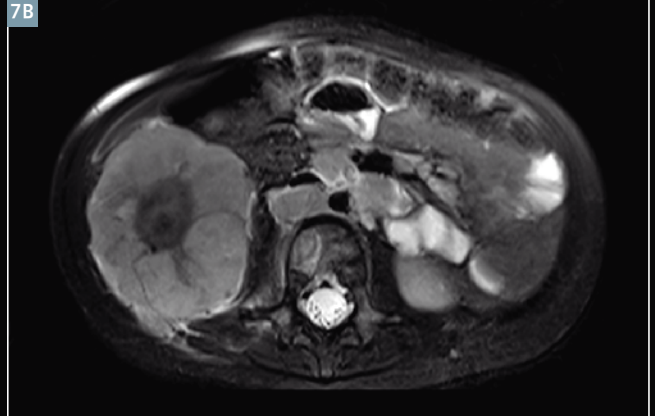
6A**6A** Navigatörlü, transvers T2w SPAIR BLADE sekansı**6B****6B** Navigatörlü, koronal T2 SPAIR BLADE sekansı**6C****6C** Kontrast tatbiki sonrası transvers 3D Dixon VIBE sekansı**6D****6D** Transvers SPAIR 3D Radyal VIBE sekansı

Vaka 7

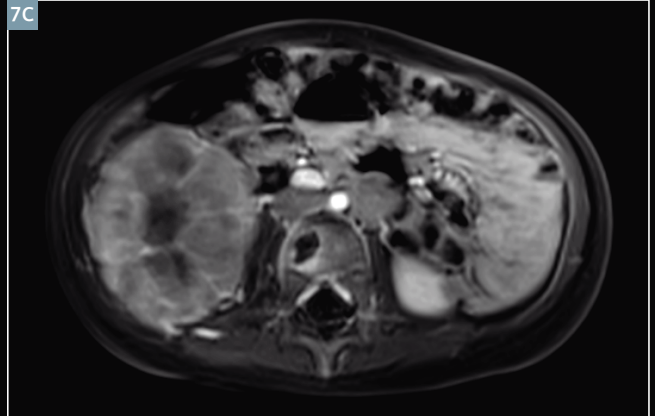
Metastatik neuroblastom



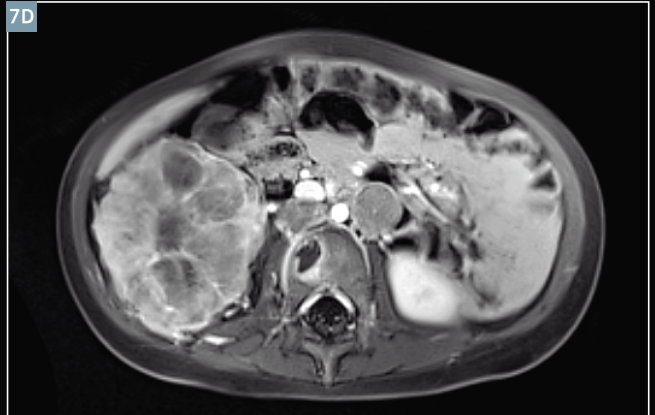
7A Birleşik sağıtal T2w FS omurga görüntüsünde çoklu metastaz görülüyor



7B Serbest nefes almalı, transvers T2w SPAIR.



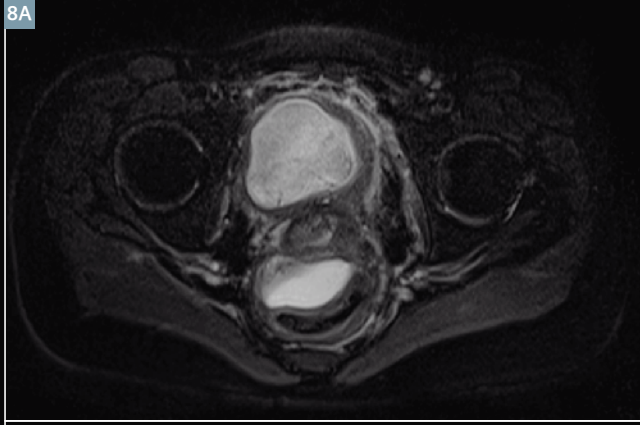
7C Nefes tutmalı 3D Dixon VIBE.



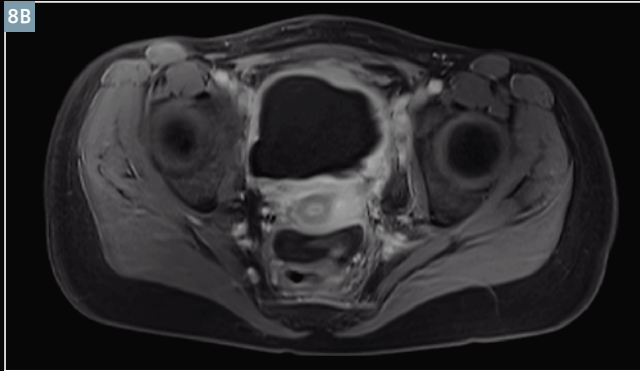
7D 3D SPAIR Radial VIBE sekansı

Vaka 8

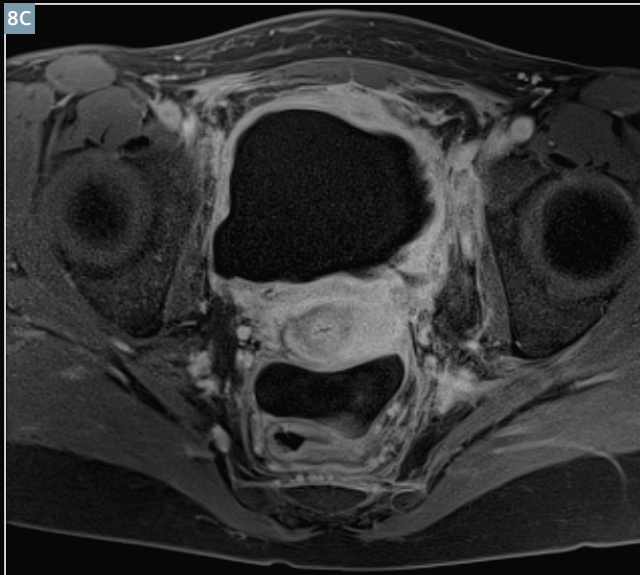
Metastatik vajinal adenokarsinom



8A Transvers T2w SPAIR sekansı



8B Kontrast tatbiki sonrası, nefes tutmalı 3D Dixon VIBE sekansı



8C Kontrast tatbiki sonrası ED SPAIR Radial VIBE sekansı

Yararlanılabilecek kaynaklar

- 1 Chandarana H, Block KT, Rosenkrantz AB, Lim RP, Kim D, Mossa DJ, Babb JS, Kiefer B, Lee VS. Free-breathing radial 3D fat-suppressed T1-weighted gradient echo sequence: a viable alternative for contrast-enhanced liver imaging in patients unable to suspend respiration. Invest Radiology 46(10):64853, 2011.
- 2 Chandarana H, Block KT, Winfeld JM, Lala SV, Mazori D, Giuffrida E, Babb JS, Milla S. Free-breathing contrast enhanced T1 weighted gradient-echo imaging with radial k-space sampling for paediatric abdominopelvic MRI. European Radiology, September 2013.
- 3 Block KT. Improving the robustness of clinical T1-weighted MR imaging using Radial VIBE. MAGNETOM Flash, (5); 6-12, 2013.

Teşekkürler

Yazarlar, Siemens Sağlık'a yeni pediyatrik görüntüleme tekniklerinin geliştirilmesine verdiği süregelen destek ve işbirliği için teşekkür eder.



İletişim

Michael Kean FSMRT
MR Görüntüleme
Teknoloji Baş Uzmanı
Royal Çocuk Hastanesi
Flemington Road, Parkville
Victoria, Avustralya, 3052
michael.kean@rch.org.au

Manyetik Rezonans Spektroskopi

Doç. Dr. Düzgün Yıldırım, Radyoloji uzmanı, MD, Centermed İleri Görüntüleme Merkezi

Birçok metabolit için Manyetik Rezonans Spektroskopi (MRS) yapılabilmesine rağmen, bu yazıda özellikle proton (hidrojen) MRS üzerinde durduk. Yeni elde edilmiş bilgileri de kullanarak, çok kısa, ancak anlaşılabilir netlikte, rutin kullanım pratiğini kapsamaya çalıştık.

Özellikle 3 Tesla MRG ünitelerin kullanıma girmesiyle, MRS ile ana metabolitlerin oranları daha güvenilir ve tekrarlanabilir ölçümler ile gerçekleştirilmeye başladı. Grafiksiz düzlemde ppm (milyonda bir partikül) oranı üzerinden hesaplanan bu metabolit düzeyleri artık güncel yazılımlarla diğer birçok ilave metabolitin de saptanmasını sağlıyor. Bu sayede metabolik hastalıkların ayırımı, demiyelinizan hastalıkların tanı ve takibi, malign-benign ayırımı ve malign tümörlerin derecelendirilmesi ve takiplerinde yararlı metabolik bilgiler elde edilebiliyor. Tekniğin en önemli yararı, non-invazif olarak araştırılan bölgenin kimyasal içeriği hakkında bilgi vermesi.

Metabolitlerin dağılımı genel olarak su ve yağ pikleri arasında sıralanıyor. Bu ppm çizgisinde, metabolitlerin sıralanması sırasında kullanılan yöntemler çeşitlilik gösteriyor. Bu yazının kapsamına girmeyen bu konular hakkında internette veya basılı yayınlardan bilgi alınabilir. Ancak şu kısa notun bilinmesi faydalı olacaktır: PRESS metodunda sinyal-gürültü oranları daha yüksek iken, STEAM metodunda ise daha kısa TE'ler ile çalışıp daha ayrıntılı metabolit tablosu elde edilebilir. STEAM tekniğinin artefaktlara daha duyarlı olduğu söylenebilir.

Çekim yaparken skalp, sinüs, kemik duvarı, hava ara yüzlerinin, hemorajik odakların vokal alanına kapsanmaması gerekiyor. Normal BOS alanının, metabolit düzeylerinde genel bir düşüş dışında vokseli çok bozmadığını hatırlatalım. Hastadaki kolye, küpe, BOS için yapılmış şantlar shimming'de optimal ayarlamayı bozarak spektrum penceresini değiştirebiliyor. Gadolinum, spektroda Cho pikini yüzde 12-15

oranında düşürebiliyor. Bu nedenle öncelikle MR Spektroskopi yapıp, sonra kontrast madde verilmesi veya kontrasttan sonra en geç 5-7 dakika içerisinde MRS incelemenin tamamlanmış olması planlanıyor. MRS'de değişik moleküler yapıdaki alanlarda değişik oranlar söz konusu olduğundan, henüz net ve kesin bir rakamsal oran güvenilir olarak tespit edilmemiş bulunuyor. Hastanın kendi normal görünümü karşı hemisferik beyaz cevheri ile karşılaştırma yapmak ve metabolitleri buna göre oranlamak büyük önem taşıyor.

Beyin tümörü, heterojen tümör odakları, infiltratif konturlar söz konusu ise multivoksel yapılıyor. Küçük lezyon, posterior fossa tümörü, metal artefaktları mevcut ise kısa TE ve single voksel yapmak daha mantıklı bir seçenek. Metabolik hastalıklarda rezolüsyonu yüksek ve metabolit bilgisi daha ayrıntılı olacağından, single voksel kısa TE MRS çalışmak daha faydalı olacaktır. Metabolitlerin rezonans spektrum pikinde sıralanışlarında kullanılan cihaza, manyetik alan gücüne, şim optimizasyonuna ve çekim yapılan oda koşullarına bağlı olarak ppm farkları olabiliyor. Bunların minör olduğunu, tanısal anlamda ciddi bir güçlüğü açmadığını unutmamak gerekiyor.

Beyinde, genel olarak vizüalize olan normal spektrada izlenmeyen, anormal metabolitleri şöyle sıralayabiliriz: Laktat, hidroksi butirat, aseton, süksinat, pruvat, alanin, glisin, lipit, fenilalanin, galaktitol, propandiol, mannitol, etanol, metilsülfonilmetan.

Normal metabolitlerdeki değişiklikler ve olmayan metabolitlerin görünmesi değerlendirilerek tanı-ön tanı yapılabilir. Diğer yandan, özel bazı tekniklerle, histidin/homokarnazin verilerek NAA'nın amid grubundaki etkilenme tespit ediliyor. NAA düzeyinde tespit edilen değişikliklerin üzerinden beyin PH'ı (asidite derecesi) hesaplanabiliyor. Ayrıca tüm beyin spektroskopi ve özel editing programlarıyla metabolitlerin kantitatif

düzeyleri de hesaplanabiliyor. Ancak bu work in progress çalışmalardan ziyade, artık literatürde sık paylaşılmaya başlamış tekrarlanabilir ölçüm ve değerlendirme metotları üzerinde durmak daha yararlı olacaktır.

Bazı metabolitlerin değişik komponentleri, aynı ürünün değişik pik noktalarında tespitine yardımcı oluyor. Örneğin: NAA 2,02 ve 2,6 ppm, Cr 3,02 ve 3,9 ppm, GLX 2,05-2,4 ile 3,65-3,8 ppm'ler arasında glikoz 3,43 ve 3,48 ppm'de, miyoinozitol 3,56 ve 4,06 ppm'ler arasında pik yapıyor. Bu durumlarda, bu paragrafta olduğu gibi, çektiğimiz sistemlerde genel olarak dominant olarak görüldükleri (koyu puntolu pikler) ve tekrarlanan ölçümlerde saptandıkları esas frekans dikkate alınmalı.

Ana metabolitler

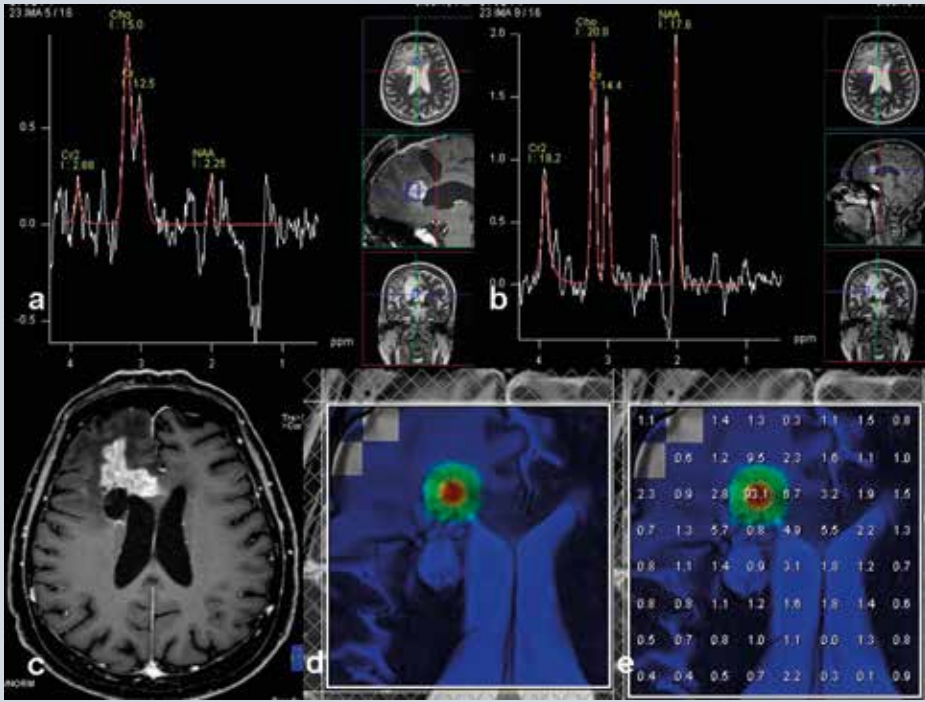
Bunlar Cho (kolin, 3.2 ppm), Cr (kreatin, 3.0 ppm), NAA (N-asetil aspartik asit, 2.02 ppm), ml (miyoinozitol, 3.56 ppm), Lip (Lipit, 0.8-1.5 ppm), Lac (Laktat, 1.3 ppm) olarak özetlenebilir. Diğer metabolitleri, söz konusu oldukça açıklayacak ve fazla teknik parametrelere girmeksizin, sinyal-frekans grafiğinde, benzer ppm'de rezonans olan metabolitlerin ayırımı ile ilgili kısa ipuçlarından da bahsedeceğiz.

Cho: Membran proliferasyon göstergesidir. Belirli değerlerin üzerinde tespiti, genellikle malignite lehine değerlendirilir.

Cr: 3,2 ppm'de yükselir, enerji deposu olarak internal referans kullanılır, Cr eksikliği olan sendromlarda azalması tipiktir (Guanido-asetat metil transferaz enzim eksikliği).

NAA: Nöronal marker olarak bilinir. Tek yükseldiği durum Canavan (aspartoasılaz enzim eksikliği) hastalığıdır; diğer tüm infeksiyon-inflamatuvar ve neoplastik patolojilerde azalır.

ml: Glial proliferasyon göstergesidir. Diyabet, Alzheimer hastalığı, progresif multifokal lökoensefalopati, Down



MRS (Manyetik Rezonans Spektroskopisi) inceleme sırasında referans imajlar eşliğinde metabolit pik düzeyleri birlikte gösterilerek tümör, nekroz, infiltrasyon, nüks ayırıcı tanısında yararlı bilgiler elde edilebilir. Yüksek gradeli bir glioma olgusunda, RT sonrası kontrolünde, a) lezyon santralinde Cho/NAA oranlarında çok yüksek, b) periferde daha düşük değerler söz konusu olup; c) kontrastlı T1 aksial görüntülerde tüm tedavi alanı heterojen sinyal artışı göstermekte iken; d) metabolit yoğunluğu renk haritası ve ilave e) pik metabolit süperpoze görüntüleri ile sadece santralde küçük bir alanda malign değişikliklerin söz konusu olduğu anlaşılmaktadır.

sendromu ve çeşitli glizois ile seyreden patolojilerde yükselirken; strok, tümör, ensefalopati gibi durumlarda ise azalır. Down sendromu ve Alzheimer demansında miyoinozitol artar, diğer demansiyel sendromlarda ise miyoinozitol yüksekliği eşlik etmez.

Miyoinozitol-glisin birbirine çok yakındır ve 3,5-3,6 ppm düzeylerinde vizualizedir. Miyoinozitol kısa TE'de multipet pik yapar. Uzun TE'de ise etkinliği azalır. Glisin ise uzun TE'de daha belirginleşerek miyoinozitolden ayırt edilebilir. Glisin Van der Knaap'a göre eksitotoksiktir. Van der Knaap hastalığı, strok, ensefalit, Huntington, migren, nonketotik hiperglisemi, Parkinson, Alzheimer gibi birçok hastalıkta yükselir. GBM ve medüloblastoma gibi agresif tümörlerde de yüksektir. Miyoinozitol 3,56 ppm'de santralize triplet, glisin ise 3,50-3,52 ppm'de santralize singlet şeklinde vizualizedir. TE uzadıkça glisin belirginleşir, miyoinozitolda ise pik etkinliği azalır.

İnfanil dönemde öncelikle ml dominant pik olabilir. Preterm dönemde miyoinozitole eşlik eden küçük bir laktat ve küçük bir taurin piki yüksekliği olabilir. Cho ilk zamanlar yüksektir. Daha sonra ml, Cho azalır. NAA, Cr artar ve 2. yaşı sonuna doğru MRS paterni erişkin dönem formuna benzemeye başlar.

Kısa TE çekimlerde, Cr diğer metabolitlere göre daha hızlı decay gösterir ve bu nedenle de Cho-Cr oranı, kısa TE çekimlerde daha yüksek çıkar.

Su piki 4,7 ppm'de izlenir. Referans olarak kullanılır. Su piki öncesinde (4,7 ppm solunda) yükselen metabolitler spektral editing ile gösterilerek tanınabilir.

Glutamat/glutamin: Bazen, rutin MRS incelemelerinde birkaç metabolit bir arada Glx olarak değerlendirilir. Glx piki, 2,1-2,45 ve 3,7 ppm'lerde çıkar. Multipl skleroz plaklarında, karaciğer yetmezliği, hepatik ensefalopatide ve Reye sendromunda amonyak düzeyleri artarak Glx pikinde yükselmeye neden olur.

GABA 1,9, 2,1, 2,3, 3,0 ppm'lerde vizualizedir. 1,9, 2,1 ve 3,0 ppm değerleri NAA ve Cho-Cr diğer metabolitler tarafından başlandığı için 2,3 ppm'de daha mantıklı olabilir. Yeni bir yazılım olan MeGaPRESS sekans kullanılarak daha kantitatif vizualize edilebilir. Glx içeriğinin elimizdeki donanım ile uyumu mümkün olmayabilir ya da medikal doktorlar için yazılım programlarını işlemek-kullanmak çok zor olabilir. Genel olarak GABA: 2,31 ppm, glutamin: 2,62 ppm değerleri baz alınabilir.

Laktat: Uzun (1,3 ppm) TE'lerde daha nettir. 1,5 Tesla'da 280 ms, 3 Tesla'da 140 ms laktat için en uygun TE değerleridir. Laktatın, kısa ve intermediate TE'lerde olan inversiyonu, 3 Tesla'da inkomplet olabilir. Araştırılan alanda, daha düşük oranlı metabolitler önemliyse kısa TE'ler kullanılır. Kısa TE'lerde laktat invert eken, lipit, tam tersine, daha belirgindir.

2-hidroksigluterat: İzositrat dehidrogenaz mutasyonu olan glioma olgularında, 2-hidroksigluterat artarak TE: 90-100 ms değerlerinde 2,25 ppm'de vizualize olur. Bu metabolitin saptandığı glioma olgularında özellikle angiogenik tedaviye daha iyi yanıt alındığından, prognozun daha iyi olması, MRS ile saptanabilir önemli bir indirekt özelliktir.

Diğer metabolitler

Lipit-makromoleküller piki: 0,8, 1,2, 1,5, 6,0 ppm'lerde satüre olmamış yağ asitlerinden oluşur. 0,8-1,2 ppm arası genel olarak lipit-makromolekül nonspesifik piki olarak da adlandırılır. Çok fazla lipit varsa uzun TE (>172 ms) kullanmak, nispeten kısa TE değerli lipitleri azaltarak daha net rezonans grafiği elde etmemizi sağlayacaktır. (Nekrotik tümörlerde, metastazlarda, RT sonrası odaklarda yükselir.)

Prüvat: 2,37 ppm'de yükselir. Normalde seçilemezken, prüvat dehidrogenaz enzimi eksikliğinde artar.

Sillo-inoizotol: 3,35 ppm'de artar, alkolizm ve glionöral tümörlerde yükselir. Erken infantil dönemde özellikle 3 Tesla'da kısmen artabilir. Taurin ile süperpoze olabilir. Taurin daha simple bir pik iken, Syllinozitol daha kompleks şekillidir.

Sitrat: 2,6 ppm'de bazı beyin tümörlerinde (yüksek gradeli glial tümör, PNET gibi) yükselir.

Guanidoasetat: 3,78 ppm'de yükselir. Astrositomalarda diğer gliomalara göre daha düşük olduğu belirtilmektedir.

Melanin: 6,72'de çok yüksek, keskin pik yapar. Melanin içeren primer veya metastatik odaklarda tespit edilebilir.

Glikoz: 3,4 ve 3,8 ppm'de oluşur. Diabetes mellitusda, özellikle hiperglisemi krizlerinde her iki noktada da yükselir.

Mannitol: Mannitol tedavisi sırasında sadece 3,8 ppm'de yükselen pik mannitole aittir. Olgunun takip edilmesine yardımcı olur.

Glutatyon: 2,95 ppm'de çıkar. Bazı GBM'lerde, bazı meninjiomalarda ve son çalışmalarda iskemide oksidatif strese sekonder yükselebildiği belirtilmektedir.

Çok sık kullanılmamakla beraber; ml/Cr normal değeri $0,49 \pm 0,47$, low grade glioma $0,82 \pm 0,25$, high grade glioma $0,33 \pm 0,16$ kabul edilir.

Bu kadar ayrıntılı rakamların akılda tutulması çok zordur. Gerektiğinde kaynaklardan kontrol edilebilir. Ancak pratikte oranlar kabaca şu şekilde kabul edilebilir:

NORMAL: NAA/Cr $>2,0$, NAA/Cho $>1,6$, Cho/Cr $<1,2$

ANORMAL: NAA/Cr $<1,6$, NAA/Cho $<1,2$, Cho/Cr $>1,5$

Gri maddede NAA, Cr ve Glx daha yüksektir; beyaz maddede ise Cho daha yüksek olarak tespit edilir. Sağ-sol hemisferik yarı genel olarak simetrik. Frontalden oksipitale doğru Cho'da biraz azalma izlenebilir. Bazal ganglionda NAA ve miyoinozitol azalır. Pons'da Cho ve Cr yüksek NAA ve miyoinozitol ise düşüktür. Serebellumda Cho, CR yüksek NAA düşüktür.

Genel olarak metabolit oranlarının tek başına kullanılması dâhil, diğer konvansiyonel veya multiparametrik görüntüler birlikte kullanılarak tanıya gidilmesi daha mantıklıdır. Örneğin yüksek grade'li tümörlerde Cho yüksek, rCBV yüksektir. Low grade tümörlerde miyoinozitol ve glisin yüksek, rCBV düşüktür. PNET'de Cho çok yüksek iken NAA düşüktür, taurin yükselebilir.

Bazı hastalıklarda, günlük pratikte yararlı olabilecek MRS metabolit bilgileri

Kraniofaringioma: Bol kolesterol kristalleri ve lipit olduğundan MRS'de çok yüksek lipit latat saptanır. Nöral metabolitler daha düşüktür veya yoktur. Hipofiz glandı, kranial fossa tabanı ve kemik süperpoze olduğundan ve

volümü 2 mm'den daha az olduğundan MRS çok etkili olmaz. Yeterince büyümüş kraniofringeomalarda ise özellikle 1,5 ppm'de santralize lipit-kolesterol pikleri yüksektir. Cho-NAA çok yüksek değildir. Oysa hipotalamik ya da kiazmatik bölgede gelişen kraniofaringioma'yı taklit edebilecek gliomalarda Cho/Cr yüksekliği, düşük de olsa NAA varlığı söz konusudur.

Meningioma: Sitozolik aminoasitler yükselir: Alanin 1,48 pp (meningioma), asetat (1,9 ppm), valin (0,9 ppm), lösin (3,6 ppm). Ayrıca 2,1-2,4 ppm arası Glx pik ve 2,95'te glutatyon piki artışı da bildirilmiştir. Bu özellikleri ile aynı lokalizasyonda oluşabilecek sıvannomalar veya atipik lokalizasyonlarda (intraosseöz ya da intraventriküler) menenjiomaların ayırt edilebilmesi mümkündür.

Etanol intoksikasyonu: 1,2 ppm'de triplet yükselmesi olur.

İskemi: NAA akut strok sonrası ilk saatlerde düşmeye başlar ve bu düşüş ilk hafta sonuna kadar devam eder. Kreatin de benzer seyir gösterir. Kolin değerleri ise güvenilir olmayıp çok değişkendir. Laktat ise strok sonrası dakikalar içerisinde yükselmeye başlar. Reperfüzyon ile tekrar düşer. Bu aşamada yakalamak zor olsa da MRS ile normal NAA, yüksek Lac içeriği olan penumbra yakalanabilir ve reperfüzyon sağlanıp, viabilite de takip edilebilir.

Hipoksi iskemik ensefalopati: Laktat ve Glu artar, NAA oranı düşer. Cho'da çok ciddi bir değişiklik beklenmez.

Apse: Tüberküloz apsesi ise lipit laktat yükselir, NAA Cho azalır, aminoasitler az miktarda artar. Piyojenik absede aminoasit yüksekliği daha belirgindir. Fungal absede lipit laktat yüksekliği daha belirgindir. Aminoasitler ise daha az derece artar. Tbc absesinden farklı olarak, özellikle anjio-invaziv tipinde crenelated kontur denilen girintili-çıkıntılı duvarlar seçilir.

Multipl sklerozis: NAA azalır, Cho artar, laktat artar, miyoinozitol artar.

Hepatik ensefalopati: Amonyak düzeyi artarak Glu pikini yükseltir. Miyoinozitol ve Cho azalır, laktat artar. Özellikle takiplerde Cho, Cr değerlerinin düşmesi kötü prognozu gösterir. Son çalışmalarla, miyoinozitolün azalması

Örnek metabolit oran tabloları

Pediyatrik-erişkin metabolit oranları

	Neonatal	İnfantil	Çocukluk	Yetişkin
NAA/Cho	$0,67 \pm 0,17$	$1,56 \pm 0,67$	$3,43 \pm 1,04$	$2,37 \pm 0,40$
Cho/Cr	$1,27 \pm 0,40$	$0,84 \pm 0,21$	$0,49 \pm 0,16$	$1,05 \pm 0,23$

Erişkin normal-tümöral metabolit oranları

Normal	NAA/ Cr= $1,5 \pm 0,2$	Cho/ Cr= $1,05 \pm 0,23$	NAA/ Cho= $2,37 \pm 0,40$	Yetişkin
Gliom low grade	NAA/Cr= $1,12 \pm 0,48$	Cho/Cr= $1,71 \pm 0,63$	NAA/Cho= $0,65 \pm 0,37$	$2,37 \pm 0,40$
Gliom high grade	NAA/Cr= $0,66 \pm 0,37$	Cho/Cr= $1,95 \pm 0,72$	NAA/Cho= $0,33 \pm 0,17$	$1,05 \pm 0,23$

erken subklinik dönemlerde dahi tespit edilip, erken dönemde patoloji gösterilebilir ve şüpheli olgularda tedavi başlangıcı hızlandırılabilir.

Epilepsi: Spektrum kalitesi daha net ve nispeten daha kantitatif olduğundan, MRS single vokselle yapılır. Çünkü multivokselle-CSF'de süre uzun olunca genellikle pediatrik popülasyondan oluşan epilepsi hastaları hareket eder ve görüntülerde distorsiyon oluşur. İktal dönemde sodyum/miyoinozitol pompası aşırı çalışır ve miyoinozitol artar. Ancak hareket nedeniyle bunu nöbet sırasında göstermek zordur. İnteriktal dönemlerde ise hipokampal sklerozda nöronal kayıp nedeniyle NAA azalır, reaktif astrogliazis nedeniyle miyoinozitol hep ılımlı yükseklikler gösterir. Vigabatrın alanlarda dentat, globus pallidus, brain stem, talamus gibi lokalizasyonlarda geçici T2 sinyali yüksekliği olabilir. Bu alanlarda MRS normaldir ve özellikle vigabatrına bağlı sinyal değişikliklerinin takibinde kullanılır. Epileptik olgularda, MRS ketojenik diyet takibinde de kullanılabilir. Karbonhidratı az, yağı fazla olan diyet önerilir. Karaciğer ketoasitler salgılar, keton cisimcikleri 2 ppm'de, asetoasetat 2,6 ve 3,46 ppm'de yükselir. Epilepsi olgularında, özellikle konvansiyonel sekanslarda normal görünümüne nonlezyonel, ancak aslında nöbetin kaynaklandığı anormal temporal lobun lateralizasyonu sağlanmaya çalışılır. NAA/Cr oranlarında düşüş olur. Kontralateral tarafın da yüzde 50 oranında olguda NAA/Cr düşüklüğü gösterebileceği bilindiğinden, elde edilen veriler ve kontralateral değerler ile karşılaştırma dikkatlice yapılmalıdır.

Bazı operasyonlarda ve epilepsi tedavisinde kullanılan bazı protokollerde fenobarbitol, pentobarbital gibi preoperatif ya da intraoperatif anestezide kullanılan bazı ilaçlarda çözücü olan propilen glikol MRS'de 1,13 ppm'de pik yapar. Bazı antiepileptik ilaçlarda da kullanılan bu solvent, tedavinin takip ve kontrol altında tutulmasında da kullanılabilir.

RT nekrozu: 0-2 ppm aralığında diğer pikleri baskılayan lip-makromolekül yükselmesi olur ve bu giant pik dışında diğer nöronal ve viabilite göstergeleri çok düşüktür.

Psikiyatrik olgular: Lityum tedavisi boyunca Cho düzeyleri düşüş gösterir ve

bazen ilacın kullanılıp kullanılmadığını veya beyin bariyerini aşıp aşmadığını tespit etmekte kullanılabilir.

Kernikterus: NAA/Cho oranı azalır, miyoinozitol, taurin, Glx piki yükselir. Hipoksik iskemik koşullardan farklı olarak laktatın artmaması ile kernikterus ayırt edilebilir.

Oligodendroglioma: Miyoinozitol çok yüksek, Cho çok yüksek, perfüzyon çok artmıştır. Korteksın tutulu olması tümörün tanınmasını sağlar.

Lenfoma: rCBV genel olarak 2,3 oranından düşüktür. Metastaz ve GBM'de ise bu oranlar son derece yüksektir. Metastazda peritümöral perfüzyon artmamıştır. GBM'de ise artmıştır. MRS'de, lenfomada lipit-laktat oranında çok anormal yükseklik söz konusu olup diğer lezyonlara göre ADC düşüktür. Ayırıcı tanı bu indirekt göstergeler üzerinden daha güvenilir olarak yapılabilir. Serebral lenfomada Cho'nun çok fazla yükselmesi toksoplazma, tüberküloz, kriptokokkus enfeksiyonlarından ayırt etmede yardımcıdır.

Metabolik hastalıklar: MSUD'de 0,9-1,0 ppm'de yüksek zincirli dallı aminoasitler, diyabetik ketoasidozda 2,2 ppm'de aseton, 3,4 ppm'de gliokoz artar; galaktozemide ise 3,67-3,74 ppm aralığında galaktitol (laktozu yansıtan pik) yükselir. Fenilketonuriada 7,66 ppm'de fenil alanı yükselir. Lipit depo hastalıklarında genel olarak 0,7-1,6 ppm'de lipit rezonans yüksekliği meydana gelir. Leigh, Merf, Melas hastalığı gibi mitokondriyal depo hastalıklarında belirgin artmış laktat söz konusudur. Peroksizomal hastalıklarda 3,35 ppm'de scyllo-inositol yükselir.

Glial tümörler: Tanı ve takip sürecinde özellikle perfüzyon MRG başta olmak üzere tüm parametrelerin bir arada kullanılması gereklidir. Low grade tümörde düşük rCBV ve yüksek ml/Cr oranı söz konusudur. Cr düşük ise en az grade III GBM kabul edilir. Bu değişiklikler Ki-67 (proliferasyon-mitoz göstergesi) ile orantılıdır; Cho yüksekliği ve Cr düşüklüğü kötü prognoz göstergesidir. Low grade tümörlerde 5-10 yıl içerisinde high grade'e dönme olasılığı vardır. Tümörün grade'i arttıkça miyoinozitol düşer. RT sonrasında, tümörlerde rCBV>1,3 ise nekrozu değil

nüksü düşünmeliyiz. rCBV >1,75 ise (özellikle de Cho/NAA >2,2 ve Cho/Cr >2,5 eşliği söz konusu ise) high grade göstergesi olarak kabul edilebilir. Lezyon çevresindeki Cho/Cr oranları 1,35 ppm'den fazla ise peritümöral çevre infiltrasyonu söz konusudur. Lezyon çevresi Cho/Cr >1,83, Cho/NAA >1,92 high grade'dir.

Pilositik astrositomada yanıltıcı olarak Cho çok aşırı yüksek olabilir. Bu patolojik fosfokolin artışına değil, glisero fosfokoline bağlıdır. Ancak bunun ayrımı MRS ile yapılamaz. Daha çok klinik, yaş grubu ve konvansiyonel sekanslar ile yapılır. Ayrıca Pilositik astrositomada 2,8 ppm'de unassigned pik yüksekliği olur. Bunlar doymamış yağ asidi artışına bağlıdır.

Ayırıcı tanıda da MRS'de elde edilen veriler konvansiyonel ve diğer ileri nöroradyolojik inceleme bulguları ile de korele edilerek değerlendirilmelidir. Örneğin; T2 perfüzyonda yüzde 75 seviyesine kadar sinyal düşüşü önemlidir, normal beyin ve gliomalarda çizgi bazala yaklaşıp. Lenfoma ve pilositik astrositomada bazaldan daha yükseğe çıkabilir. Menengioma ise bazaldan daha uzakta kalır. İntraventriküler menengioma koroid pleksus pleksus papillomlarından farklı olarak iyi perfüze olur. Koroid pleksus papillomunda miyoinozitol çok yüksektir. Atipi ve malignite geliştikçe miyoinozitol düşer, Cho yükselir. Diğer bir örnekte ise, MRS'ye ilave ADC değerlerinin kullanılması, tanı ihtimalini artırır. Örneğin Pilositik astrositomada rCBV değerleri <1,5, hemanjioblastom >10 kat perfüzyon artışı ayırıcı tanıda yardımcıdır. Posterior fossada birbirine benzer konvansiyonel bulgular sergileyebilen tümörlerden ependinoma ADC 1,0 ile 1,3 arasında, medüloblastomda ≤0,7 değerinden düşük ve pilositik astrositomada ise genel olarak ≥ 1,4'tür.

Radyolojide hocalarımızın anlattıkları mite göre, cetvel ve hesap makinesi kullanan radyoloji uzmanlarından korkulması gerekiyor. Ama artık bazı noktalarda, özellikle yakın gelecekte, bir fizik mühendisi kadar bilgi ve donanıma sahip olmamız gerekeceği düşüncesiyle anlattığımız konunun yararlı olduğunu umuyoruz.

Erişkin bir hastada, 1 mSv'den düşük dozda ve 1.000 HU'dan yüksek PA atenüasyonunda 70 kV'lik pulmoner BT anjiyografi

Ralf W. Bauer, MD, Firas Al-Butmeh, MD, Boris Schulz, MD, Thomas J. Vogl, MD, J. Matthias Kerl, MD

Tanışal ve Girişimsel Radyoloji Bölümü, Goethe Üniversitesi, Frankfurt, Almanya

31 yaşındaki kadın hastaya, klinik açıdan pulmoner emboli (PE) şüphesiyle pulmoner BT anjiyografi (BTPA) tatbik edildi. BTPA prosedürü, SOMATOM Definition AS (64-kesitli konfigürasyon) sisteminde, 70 kV'lik yeni bir protokol kullanılarak gerçekleştirildi.

Teşhis

Hasta, normal vücut ölçülerine (173 cm, 65 kg, VKİ: 21,7 kg/m²) sahip. SAFIRE tekniği ile birlikte uygulanan 70 kV'lik yeni tarama protokolü, tüm göğüs taramasında radyasyon dozunu son derece düşük bir düzeye indiriyor: 0,77 mSv (DLP: 55 mGy cm x 0,014 mSv/mGy cm). 70 kV düzeyinde yayılan düşük enerjili X-ray spektrumu nedeniyle sadece 60 mL iyotlu kontrast madde (350 mg iyot/mL) tatbik edilmiş olsa da pulmoner arterlerdeki intravasküler atenüasyon, merkezde 1.000 HU, segmental dallarda ise 850 HU seviyesini aştı. Prosedür sonucunda, mükemmel bir görüntü kalitesi elde

edildi ve PE şüphesi güvenilir bir şekilde ekarte edildi.

Yorumlar

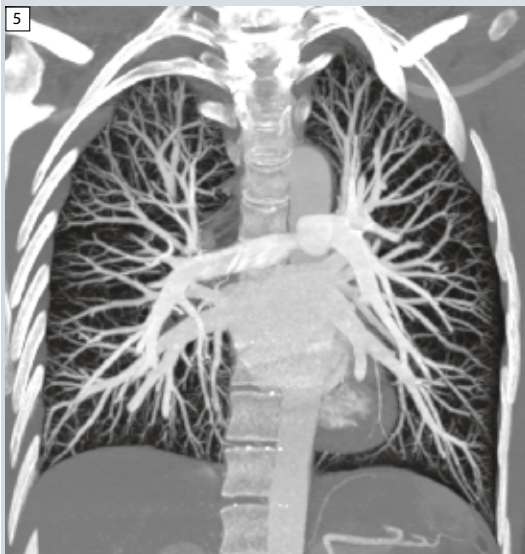
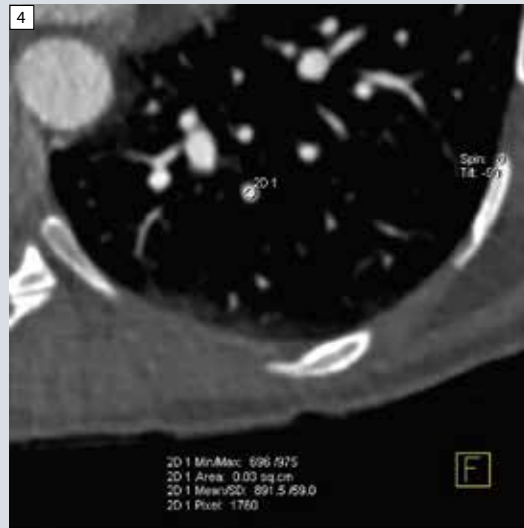
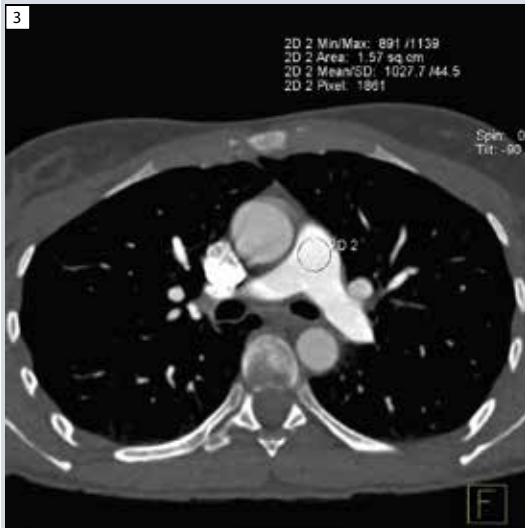
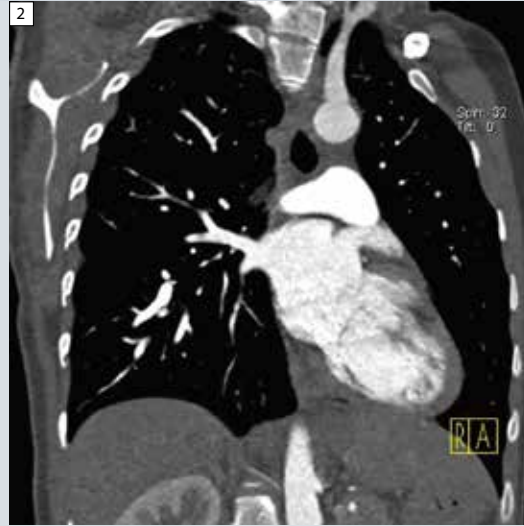
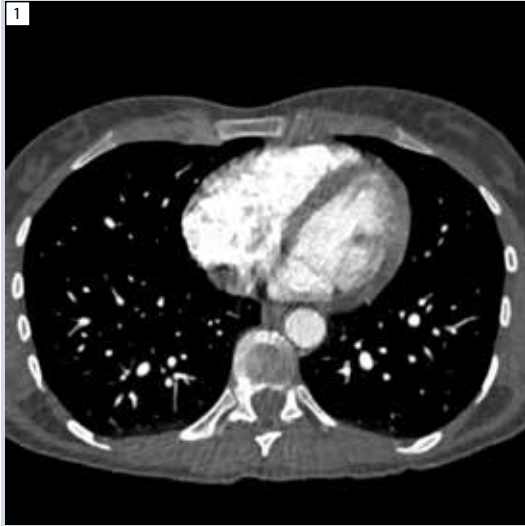
Belirsiz semptomlar nedeniyle birçok hastaya, PE şüphesini ekarte etmek üzere BTPA tatbik ediliyor. PE olasılığını test öncesinde öngörebilmek için Wells skoru gibi skorlar giderek artan bir şekilde kullanılsa da düşük gerçek pozitif oranlar, önemli bir sorun olmaya devam ediyor. Bu nedenle, bu hasta grubunda tatbik edilen radyasyon dozunu minimum düzeye indirmek gerekiyor. 70 kV'lik yeni protokol seçeneği, SAFIRE (Sinogram Teyitli Yinelemeli Rekonstrüksiyon) tekniği ile birlikte kullanıldığında sadece çocuklarda değil, normal vücut ölçülerine sahip erişkinlerde de benzeri görülmemiş derecede düşük radyasyon dozlarında yüksek görüntü kalitesi elde edilmesini sağlıyor. Düşük enerjili X-ray spektrumu, yüksek iyotlu standart kontrast madde ile birlikte son derece

yüksek vasküler atenüasyon sağlıyor. Bu durum, iyot miktarı düşük kontrast maddenin kullanımı ve genel iyot yükünün azaltılması açısından önemli bir potansiyeli ifade ediyor. Bu teknik, özellikle kontrast madde kaynaklı nefropati açısından yüksek risk taşıyan hastalar için faydalı olabilir.

Klinik uygulamalarda, SAFIRE tekniğinin kullanımı, klinik görevin türüne, hastanın vücut ölçülerine, analiz edilecek bölgenin anatomik lokasyonuna ve klinik uygulamanın türüne bağlı olarak hastaların BT taramasında maruz kaldıkları radyasyon dozunu düşürebilir. Söz konusu klinik uygulamada ideal tanışal görüntü kalitesini elde etmek üzere uygun dozu belirlemek için radyologunuz ve doktorunuza başvurmalısınız. SAFIRE görüntü rekonstrüksiyon yazılımı kullanılırken radyasyon dozunu %54-60 arasında düşürmek üzere aşağıda belirtilen test yöntemi kullanılmıştır: Görüntü parazitleri, BT taraması adedi, homojenlik ile düşük kontrast ve yüksek kontrast çözünürlükleri, Gammex 438 modelinde değerlendirilmiştir. SAFIRE tekniği kullanılarak yeniden yapılandırılan, düşük dozlu radyasyonla temin edilmiş veriler, bu test bazında tam doz ile elde edilen verilere kıyasla aynı görüntü kalitesini sergilemiştir. Söz konusu veriler ilgili dosyadadır.

İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Definition AS (64 kesitli konfigürasyon)		
Tarama alanı	Göğüs	Rotasyon süresi	0,5 s
Tarama uzunluğu	277,5 mm	Pitch	1,2
Tarama yönü	Kraniokaudal	Kesit kolimasyonu	64 x 0,6 mm
Tarama süresi	6,02 s	Kesit genişliği	1,0 mm
Tüp gerilimi	70 kV	Rekonstrüksiyon aralığı	0,5 mm
Tüp akımı	141 eff. mAs	Rekonstrüksiyon çekirdeği	I26f SAFIRE 3
Doz modülasyonu	CARE Dose4D	Kontrast madde	
CTDIvol	1,85 mGy	Hacim	60 mL
DLP	55 mGy cm	Akış hızı	4 mL/s
Etkin doz	0,77 mSv	Başlangıç gecikmesi	5 s



1-6 Normal vücut ölçülerine sahip bir kadın hastadan elde edilen mükemmel görüntü kalitesi (Şekil 1). Ekstrem vasküler atenuasyon için pulmoner arterlerdeki iyot sinyalini azaltmak amacıyla daha geniş bir pencereye (w 1700, c 250) ihtiyaç bulunuyor (Şekil 2); pulmoner gövdede atenuasyon değeri, 1.000 HU düzeyini aşıyor (Şekil 3). 350 mg/mL iyot konsantrasyonlu, sadece 60 mL'lik kontrast maddeyle segmental pulmoner arterlerde yaklaşık 900 HU'luk bir atenuasyon elde edildi (Şekil 4). MIP (Şekil 5) ve VRT (Şekil 6) görüntülerinde, periferaller dahil olmak üzere tüm pulmoner arterler parlak ve net bir şekilde görülüyor.

Difüz skeletal metastazlı bir hastada xSPECT¹ görüntüleme

Partha Ghosh, MD ve Patrick Sorger, CNMT, Siemens Sağlık Sektörü, Moleküler Görüntüleme Birimi

Vaka çalışmasına ait bilgiler, Almanya'nın Münih şehrinde bulunan Ludwig-Maximilians Üniversitesi tarafından sağlanmıştır.

Hastanın hikayesi

Geçmişinde meme kanseri olan ve cerrahi operasyon ve kemoterapi gören 70 yaşında kadın hasta, rutin takip amacıyla 99mTc MDP kemik sintigrafisine tabi tutuldu. 18,5 mCi (685 MBq) 99mTc MDP IV enjeksiyonundan 3 saat sonra düzlemsel bir kemik taraması gerçekleştirildi. Hastanın boyu 1,65 metre, ağırlığı 57 kg'dır. Düzlemsel 99mTc MDP kemik analizinde (Şekil 1), metastaz yaptığı düşünülen sol proksimal humerusta (uzun ok) tracer alımında artış gözlemlendi. Servikal ve alt lomber omurlarında (kısa ok), tracer miktarında artışın söz konusu olduğu küçük fokal alanın, dejeneratif

değişiklikler ile ilişkili olduğu düşünülüyor. Torasik ve lomber omurlarındaki tracer alımı, ekstremiteler, kaburgalar ve pelvisteki tracer alımına paralel olarak normal görünüyor. Her iki böbrek de çok net görüntülendi.

Düzlemsel taramanın ardından, lomber omurlarındaki tracer alımını daha iyi tanımlamak için bir SPECT/BT analizi gerçekleştirildi. SPECT verileri, öncelikle OSEM3D (Flash3D) tekniği kullanılarak yeniden yapılandırıldı, daha sonra BT atenüasyonu ve saçılma düzeltmesi prosedürlerine tabi tutuldu. xSPECT [1,2] kemik görüntülerini oluşturmak için SPECT ve BT verileri de kullanıldı.

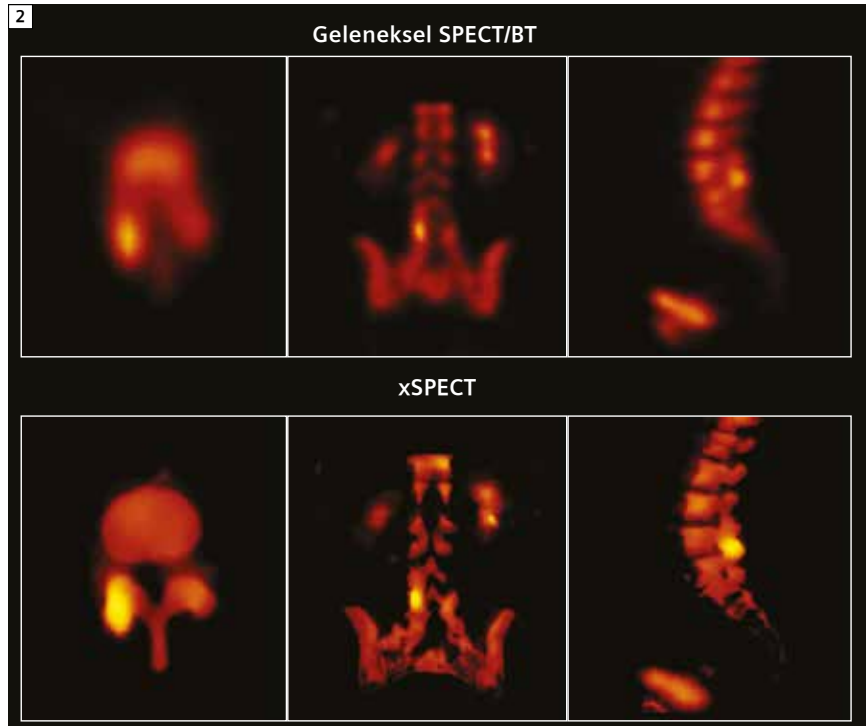
xSPECT Bone [1] teknolojisi, görüntü çözünürlüğünü artırmak amacıyla doku sınırlarının BT görüntülerinden lineer atenüasyon katsayısı bazlı segmentasyon ile çıkarıldığı, içerik tabanlı bir uygulamadır.

Analiz

L5 omurunun sağ faset ekleminde gelişen faset artropatisi sonrasında tatbik edilen xSPECT tekniği, geleneksel SPECT/BT tekniğine kıyasla daha yüksek bir tracer alım yoğunluğuna (Şekil 2) işaret ediyor ve lamina, spinöz çıkıntı ve spinal kanalını daha net ve kesin bir şekilde gösteriyor. Lomber omurlarındaki tracer alımının istikrarlı olduğu görülüyor.



1 99 m Tc MDP düzlemsel kemik çalışması



2 Lomber omurlarının geleneksel SPECT/CT ve xSPECT kesit görüntüleri

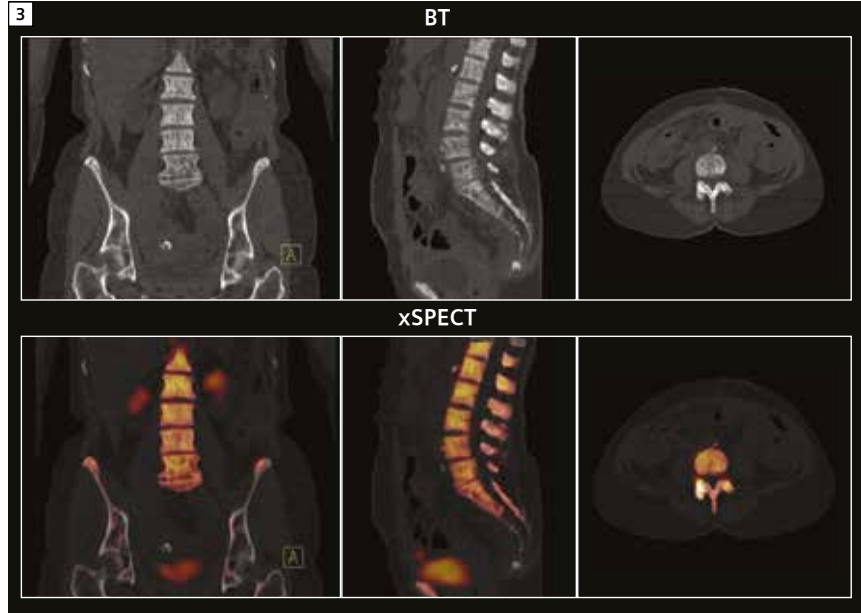
Ancak BT ve füzyon görüntülerin görsel değerlendirmesi (Şekil 3) sonucunda farklı bir klinik tablo ortaya çıkıyor. BT görüntülerinde, sakrum gövdesi, lamina ve spinöz çıkıntılar dahil olmak üzere tüm lomber omurlarını etkileyen difüz skleroz görülüyor. Bu difüz skleroz, potansiyel olarak difüz kemik metastazlarına da işaret edebiliyor. Sklerotik omurlardaki ^{99m}Tc MDP alımı, görsel olarak değerlendirildiğinde, herhangi bir fokal artış olmaksızın istikrarlı görülüyor. Böbreklerin ve mesane aktivitesinin çekilen görüntülerinde, herhangi bir "süper tarama" görüntüsü bulunmuyor.

SPECT tracer yoğunluğunun Bq/ml cinsinden, xSPECT tabanlı ölçüm [1,2] sonuçları ve enjekte edilen doza ait veriler ile hastanın boy ve ağırlık bilgileri kullanılarak her bir vokselle ve hacmin standart alım değeri (SUV) hesaplanabiliyor (Şekil 4).

Yorumlar

Yeni teknik xSPECT ile gerçekleştirilen mutlak ölçümlerde lomber omurlardaki tracer yoğunluğunun L3 omuru (ok ile gösterilen) korpus merkezinde 157 kBq/ml ^{99m}Tc MDP ve ortalama SUV değerinin (SUVavg) ise 14,95 (normal değerin yaklaşık 2 katı; ortalama SUV değeri 7,02) olduğu tespit edildi. [2,3]

Lomber omurlardaki bu yüksek SUV değeri, BT görüntülerindeki difüz skleroz ile birlikte, difüz kemik metastazının bir göstergesidir. Düzlemsel kemik analizinde, difüz vertebral hiper metabolizma tespit edilmedi. Her iki böbrek de, süper tarama görüntüsü hariç, tam olarak görüntülendi. Bu durum, difüz vertebral metastazların kemoterapiye verdiği yanıt ile açıklanabilir ancak burada,



3 Lomber omurlarının BT ve xSPECT görüntüleri.

omurlardaki yüksek tracer yoğunluğu ve SUV değeri ile gösterildiği üzere sklerotik komponent içerisinde artan kemik döngüsüne bağlı olarak çok daha yüksek düzeyde kalıcı bir vertebral metabolizma söz konusu.

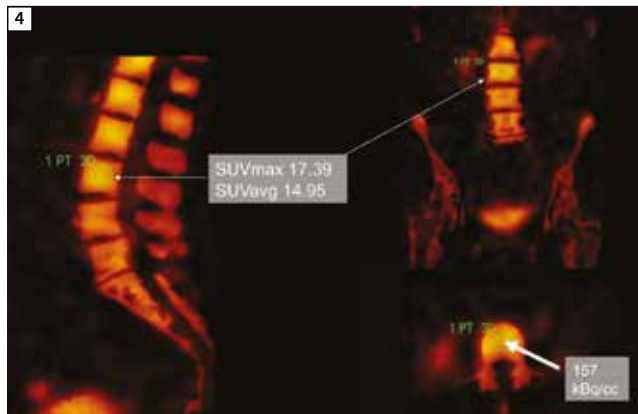
8 normal kadının (ortalama yaşı: 64; enjekte edilen doz: 537 ± 82 MBq) lomber omurlarından elde edilen xSPECT verileri kullanılarak yapılan ölçümlerde, ortalama kemik tracer aktivitesi yoğunluğu $56,70 \pm 17,21$ kBq/ml, ortalama SUV değeri ise $7,02 \pm 1,67$ olarak hesaplandı.2

Analiz protokolü

Tarayıcı	xSPECT Teknolojisi SymbiaTM
Doz	18,5 mCi /685 MBq ^{99m}Tc MDP
Tarama Gecik.	Enjeksiyondan 3 saat sonra
Parametreler	32 frame, 25 saniye/frame
BT	130 kVp, 90 eff mAs, 3 mm kesit

Referanslar

- 1 xSPECT, Symbia Intevo ve xSPECT Quantification sistemleri, Kanada yasalarına göre henüz lisanslı değildir; 510(k) izni beklemektedir ve Kanada, Birleşik Devletler ve diğer tüm ülkelerde ticari satışta olmayabilir. Yasal nedenlerden dolayı bu sistemlerin gelecekte erişilebilirliği de garanti edilemez. Daha detaylı bilgi için lütfen yerel Siemens yetkilisine başvurunuz.
- 2 Bunlar, prototip sistem üzerinde prototip kalibrasyon ile tanımlı ön niceliksel değerlerdir ve çeşitli araştırmalara dayanmaktadır. Müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair herhangi bir garanti söz konusu değildir. Nihai sonuçlar değişiklik gösterebilir.
- 3 Cachovan, Michal; Vija, A. Hans.; Hornegger, Joachim; Kuwert, Torsten1. "Quantitative bone SPECT with a novel multimodal reconstruction", J. Nucl. Med. Meeting Abstracts, 2013; Vol.TBD



4 xSPECT teknolojisi sayesinde lomber omur gövdesindeki ^{99m}Tc MDP tracer maddesinin mutlak yoğunluğunun kBq/ml cinsinden niceliksel değerlendirmesi ve omurlardaki SUV2 değerinin hesaplanması.

Baş ve boyunda skuamöz (yassı) hücreli karsinom: hacim perfüzyonlu BT

Timothy J. Amrhein, MD, Zoran Rumboldt, MD, PhD

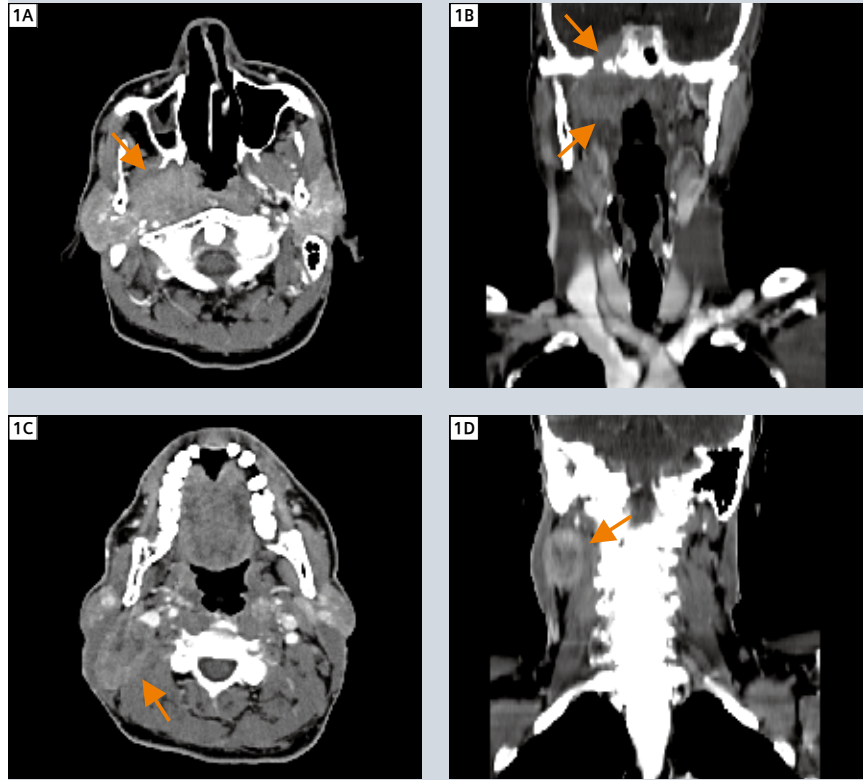
Radyoloji ve Radyolojik Bilimler Bölümü, Güney Carolina Tıp Üniversitesi, Charleston, SC, ABD

Hastanın hikayesi

Son üç aydır boyun bölgesinin sağ tarafında belli belirsiz bir kitle hisseden, sağ tarafında baş ağrısı çeken ve ayrıca burun kanaması, kulak ağrısı, çift görme problemi ve yüzünün sağ tarafında ve dilinde yanma ve karıncalanma hissi olan 54 yaşındaki erkek hasta, ileri düzey tetkik için otolarenjoloji bölümüne sevk edildi. Hasta ayrıca yüksek ateş, gece terlemeleri ve kilo kaybı şikayetleri olduğunu bildirdi. Boynun sağ tarafındaki ana kitleden ince bir iğne kullanılarak aspirasyon işlemiyle çekilen sıvının analizinde, hastada skuamöz hücreli karsinom tespit edildi. Hasta bunun üzerine tanısal görüntüleme prosedürü için radyoloji departmanına yönlendirildi.

Teşhis

Tedavi öncesi çekilen yüksek kontrastlı ilk boyun BT (CENBT) taramasında, sağ nazofarinksten başlayan ve yanal olarak mastikatör boşluğun sağ tarafına ve üstten oval ve kavernöz sinüsüne doğru uzayan, agresif bir şekilde yayılmış 4,2 x 2,6 x 5,7 cm ebatlarında heterojen bir kitle tespit edildi (Şekil 1A ve 1B). Ayrıca, sağ tarafta, agresif bir şekilde yayılmış, IIB düzeyinde, son derece büyük ve nekroz olasılığını destekleyen, merkezi hipoatenüasyonlu lenf düğümü belirlendi (Şekil 1C ve 1D). Hasta, bu prosedürlerden sonra, söz konusu bulguların altında yatan patolojinin daha detaylı bir şekilde belirlenebilmesi için Hacim Perfüzyonlu BT (VPBT) taramasından geçirildi. VPBT taramasında, ana kitilde normal komşu dokulara kıyasla daha yüksek kapiler geçirgenlik (CP),



1 Tedavi öncesi çekilen ilk CENBT taraması. Aksiyal görüntüde, sağ nazofarinksten başlayan ve yanal olarak mastikatör boşluğun sağ tarafına doğru uzayan, agresif bir şekilde yayılmış heterojen bir kitle görülüyor (Şekil 1A). Koronal görüntüde ise, ana kitlenin üstten oval ve kavernöz sinüsüne doğru uzanması görülüyor (Şekil 1B). Aksiyal görüntüde ayrıca sağ tarafta metastaz yapmış ve çevre dokulara doğru genişlemiş, IIB düzeyinde oldukça büyük bir lenf düğümü gösteriliyor (Şekil 1C). Benzer şekilde, koronal görüntüde de sağ tarafta, IIB düzeyinde büyük bir lenf düğümü açık bir şekilde görülebiliyor (Şekil 1D).

kan hacmi (BV) ve kan akışı (BF) tespit edildi (Şekil 2A).

Benzer özellikler, sağ taraftaki, merkez kısmı nekroza uğramış 2B düzeyindeki lenf düğümünün canlı çevresinde de görüldü (Şekil 2B). Söz konusu lenf düğümü, ana kitlenin yaklaşık 5 cm inferior ve 4,5 cm posterolateral kısmında yer alıyordu. Bu alan,

standart boyun perfüzyonlu BT protokollerine genelde dahil edilmez. Ana kitlenin ortalama BF ve CP değerleri sırasıyla 144,6 (mL/100g/dk) ve 38,7 (mL/100g/dk) idi. Bu yüksek değerler, hastanın kemoterapi ve radyasyon tedavisine olumlu yanıt verdiğini ortaya koyuyordu. Benzer değerlere, nodal metastazda da rastlandı: 111,8 mL/100g/dk ve 29,7

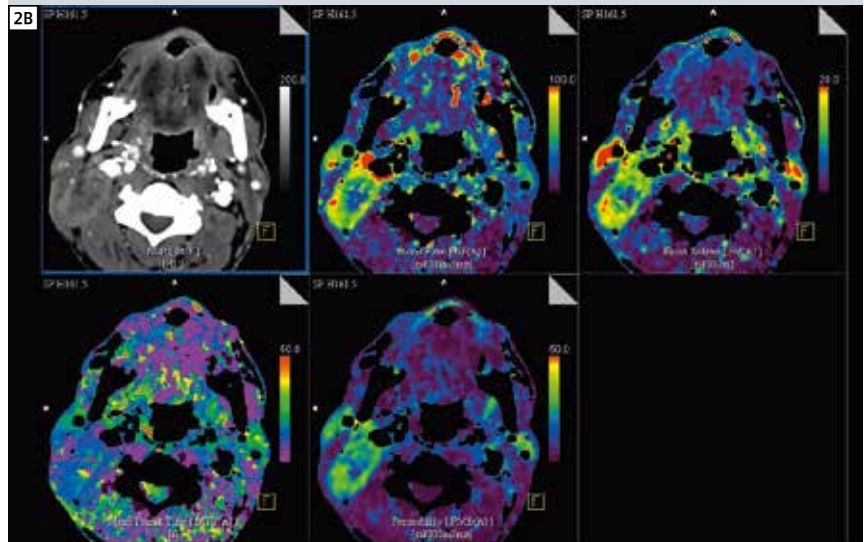
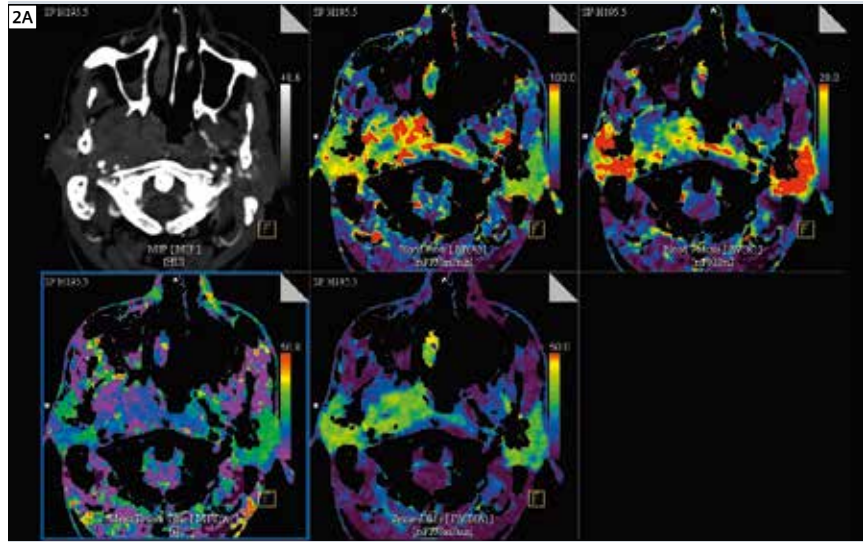
mL/100g/dk (sırasıyla). Standart kemoterapi ve radyasyon terapisi gören hasta, başlangıç taramasından dört ay sonra takip amaçlı CENBT için hastanemize tekrar başvurdu. İkinci taramada elde edilen bulgulara göre hasta uygulanan tedaviye neredeyse tam yanıt verdi ve primer neoplazma ve nodal hastalık makroskopik düzeyde tamamen ortadan kalktı (Şekil 3). Takip eden 3 aylık dönemde de hastalıktan kalan veya nükseden herhangi bir bulguya rastlanmadı.

Yorumlar

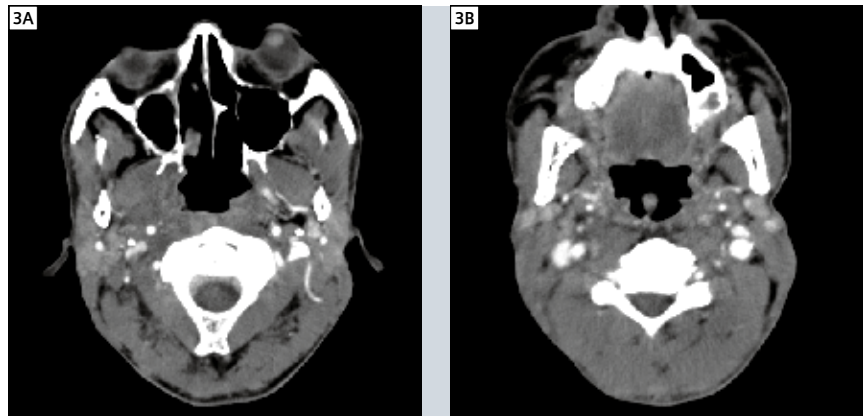
VPBT, tüm boyun dinamik perfüzyonlu analizine olanak sağlayarak hem primer neoplazmanın hem de hastalıktan etkilenen lenf düğümlerinin tanımlanmasına imkan veriyor. Standart boyun perfüzyonlu BT, tüm boyun hacmini kapsayamadığı için hastalığın metastaz yaptığı lenf düğümlerinden gelen perfüzyon verilerinin elde edilmesine engel oluyor. Fonksiyonel parametrelerde meydana gelen ve VPBT ile tespit edilen değişiklikler, tedavi öncesi ve sonrasında hastanın tedaviye vereceği olası yanıtın öngörülmesine imkan veriyor.

İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Definition AS+
Tarama konumu	Uyarlanabilir 4D Spiral Tekniği ile Hacim Perfüzyonu Protokolü
Tarama alanı	Boyun
Tarama uzunluğu	130 mm
Tarama yönü	Kraniokaudal
Tarama süresi	49 s
Tüp gerilimi	80 kV
Tüp akımı	150 eff. mAs
Doz modülasyonu	CARE Dose4D
CTDIvol	128 mGy
DLP	1875 mGy cm
Rotasyon süresi	0,3 s
Kesit kolimasyonu	128 x 0,6 mm
Kesit genişliği	3 mm
Rekonstrüksiyon aralığı	2 mm
Rekonstrüksiyon çekirdeği	B20f
Kontrast madde	
Hacim	40 mL kontrast maddesi + 50 tuz
Akış hızı	4 mL/s
Başlangıç gecikmesi	Gecikme yok



2 Boyun VPBT'si: Ana kitlede normalde düşük olan MTT değeri ile birlikte CP, BV ve BF değerleri yükselmiş (Şekil 2A). Sağ tarafta 2B düzeyindeki lenf düğümünde de metastaz ihtimalini güçlendiren benzer özellikler tespit edilebiliyor (Şekil 2B).



3 Tedavi sonrası çekilen CENBT taraması. Sağ taraftaki nazofarinjeal kitle (Şekil 3A) ve sağ tarafta IIB düzeyindeki lenf düğümü ortadan kaybolmuş durumda (Şekil 3B).

Radyasyon dozunu düşürmek, hastalar üzerindeki yükü azaltmak

Ron French

St. Louis’li atılgan bir doktor, Siemens’in gelişmiş teknolojilerini kullanarak, pediatrik hastalara tatbik edilen radyasyon dozunu daha önce görülmemiş düzeylere indirmek için çaba sarf ediyor.

Bugünlerde, Marilyn Siegel’in (MD) yüzünden tebessüm eksik olmuyor. Washington Üniversitesi Tıp Fakültesi ve St. Louis Çocuk Hastanesi’nde pediatrik radyolog olarak çalışan Dr. Siegel, çocuklara tatbik edilen radyasyon dozunu düşürmek için yıllardır araştırmalar yaptığı ve konferanslar verdiği bir kampanya yürütüyor. Dr. Siegel’in öyküsü, tam bir başarı hikayesi. Üstelik bu hikaye Siemens tarafından geliştirilen tüm bilgisayarlı tomografi cihazları ile ilişkili.

Düşük doz konusunun tartışılmaya başlanması

Sadece ABD’de her yıl 70 milyon BT taraması (10 sene öncesinin 2 katı) gerçekleştiriliyor. Ancak bugünün teknolojisiyle dahi söz konusu taramalarda tatbik edilen radyasyonun, hastalar, özellikle de Dr. Siegel’in her gün St. Louis’de (Missouri, ABD) gördüğü çocuk hastalar üzerinde birikerek artan zararlı etkileri bulunuyor. Dr. Siegel, önemli bir noktayı vurguluyor: “Kıyaslanabilir maruziyet düzeyinde çocuklarda etkin doz, erişkinlere göre 3-5 kat daha fazladır.” Düşük dozu savunan Dr. Siegel, tüm dünyayı dolaşarak doktorlara, doz düşürmenin önemini ve yöntemlerini anlatıyor: “Bir seferlik taramalarda dahi radyasyon dozunun düşük olmasını istersiniz. Ancak bu konu, özellikle birden fazla taramadan geçmek zorunda olan hastalar için önemlidir, çünkü bu tip hastalarda radyasyon birikecektir. Buna en iyi örneklerden biri, akciğer transplantasyonu geçirmiş hastalardır.”

Amaç, bir yandan görüntü kalitesini muhafaza ederken veya iyileştirirken,

diğer yandan radyasyon dozunu düşürmek. Bugün geldiği seviye itibarıyla teknoloji, Dr. Siegel’in vizyonuna ayak uydurmaya başlamıştır.

‘Yüksek kaliteli görüntülerde’ bir sonraki adım

64 kesitli konfigürasyonlu Siemens SOMATOM® Definition AS sistemi, dört yıldır Dr. Siegel’in çalıştığı hastanede büyük işler başardı. Bu sistem, pediatrik tarama açısından son derece önemli olan CARE Dose4D gerçek zamanlı doz modülasyon uygulaması ve fazla spiral radyasyon oluşumunu önleyen Adaptive Dose Shield uygulaması gibi lider teknolojilere sahip bir Single Source tarayıcı. Cihazda yapılan son iyileştirmeler, radyasyon dozunu rekor seviyelere düşürdü. Siemens, 2011 yılında 64 kesitli konfigürasyonlu SOMATOM Definition AS sistemini, tüp gerilimini vücut ölçüleri ve tarama türüne göre otomatik olarak ayarlayan CARE kV özelliğini içerecek şekilde geliştirdi. CARE kV, CARE Dose4D özelliğini tamamlayarak komple otomatik bir doz kontrol aracına dönüştürüyor ve bu sayede tanınal görüntü kalitesi ile mümkün olan en düşük radyasyon dozu arasında ideal denge sağlanıyor.

Dr. Siegel, ABD’de, CARE kV teknolojisini çocuklar üzerinde kullanan ilk doktor. Dr. Siegel, şöyle diyor: “Sonuçlar inanılmazdı. Doz düzeyini, ortalama %30 oranında düşürdük. Daha küçük hastalarda bu oran %50’ye kadar çıktı.”

Dr. Siegel, sözlerine şu şekilde devam ediyor: “Ağırlıkları 2-120 kg arasında değişen tüm hastalarımıza baktığınızda uyguladığımız doz düzeyi 6 mGy idi. 50

kg’ın altındaki hastalarda dozu 5 mGy seviyesine kadar indirebildik. Oldukça etkilenmişim. Kontrast düzeyi aynı kalırken radyasyon dozu %30 düştü. Yüksek kaliteli görüntülerde dahi 1 mSv düzeyinin altındaydık. İlk gördüğümde çok şaşırmıştım.” Pediatrik radyolog Dr. Siegel’a göre, CARE kV ileriye doğru atılmış bir adımdı: “Bu teknolojinin en önemli etkisi, yüksek kontrastlı görüntüleme ve anjiyografik görüntülemede gözlemlendi. Ancak genel resme baktığımızda CARE kV teknolojisinin her türlü prosedür üzerinde etkisi bulunuyor.”

Dr. Siegel, kalp rahatsızlığı olan ve birden fazla operasyon geçirmiş 3 yaşındaki bir kız çocuğu ile ilgili vakayı hatırlıyor: “Kızın anatomisini görmek istedik. Sedasyonsuz, 70 kV düzeyinde ve 1 mSv’den düşük dozda bir BT taraması gerçekleştirdik ve mükemmel görüntüler elde ettik.”

Daha az parazitli ve daha hızlı yinelemeli rekonstrüksiyon

Dr. Siegel’in başarı hikayesi, 2012 yılında Siemens Sinogram Teyitli Yinelemeli Rekonstrüksiyon (SAFIRE) uygulamasının kurulumu ile devam etti. SAFIRE, taranan görüntülerden artefaktları ve görüntü parazitlerini çıkarıyor. Radyologlar, elde edilen görüntüleri bir miktar parazit ile birlikte değerlendirecek şekilde eğitildikleri için bu teknoloji, miliamper düzeyindeki akımın görüntüde “makul” miktarda parazit oluşacak düzeye düşürülebileceği ve bu sayıda çocukların maruz kaldıkları radyasyon dozunun %60’a varan oranlarda azaltılabileceği anlamına geliyor.

SAFIRE ayrıca, geliştirilmiş görüntü rekonstrüksiyonu işlem gücü ve akıllı sinyal işleme teknolojisi sayesinde, çok daha iyi yinelemeli rekonstrüksiyon (IR) performansı sunuyor. Diğer modellerde, hastaya ait veri setinin IR'si 45 dakika kadar sürebilirken, SAFIRE uygulamasında bu prosedür, saniyeler ya da maksimum birkaç dakika içerisinde tamamlanıyor. Dr. Siegel, pediatri alanında CARE kV teknolojisini SAFIRE uygulaması ile birlikte kullanan ilk doktor. Elde ettiği sonuçlar kendisini bile şaşırtmış: Taramalarda genel ortalama doz 8,3 mGy düzeyinden 4,5 mGy düzeyine (yaklaşık olarak bir yıl içinde maruz kalınan arka plan radyasyonu toplamına denk) indi. Benzer şekilde, BT anjiyografisi taramalarında doz 6,2 mGy'den 2,8 mGy'e düştü. Göğüs-abdomen-pelvis taramalarında ise ortalama doz, 10,5 mGy'den 4,8 mGy düzeyine çekildi. Dr. Siegel, şu noktayı vurguluyor: "Burada asıl önemli husus dozdur; ancak aynı zamanda yüksek görüntü kalitesi elde etmelisiniz. Amaç, pediatrik hastalar için yüksek tanısal görüntü kalitesinde

radyasyon dozunu 1 mSv altına düşürmektir. Bu teknoloji, o noktaya ulaşmamızda bize yardımcı oluyor."

Altın standart

Dr. Siegel, 64 kesitli konfigürasyonlu SOMATOM Definition AS sistemiyle son derece düşük dozda mükemmel bir görüntü kalitesi elde edilebileceğini kanıtlamış olsa da Siemens'in son teknoloji tarayıcısı SOMATOM Definition Flash sistemini de denemek istedi. Flash, 64 kesitli konfigürasyonun tüm özelliklerine ek olarak sahip olduğu iki adet tüp ve dedektörle çok daha hızlı görüntüleme hızlarına ulaşan bir sistem olarak bilgisayarlı tomografi alanının altın standardını oluşturuyor. Dr. Siegel, uygulamayı şöyle açıklıyor: "Geleneksel olarak, yaptığımız BT taramalarının birçoğunda pitch değeri 1,2-1,5 arasındaydı. 1,5 değerini geçemiyorduk, çünkü bu değerin üzerinde, görüntü elde etmek için hastalara yeterince radyasyon tatbik edemiyorduk. Flash sistemiyle çok daha hızlı tarama gerçekleştirebiliyoruz. Konjenital kalp hastası olan kişilerde 3,4 değerinde bir

pitch kullanıyoruz. Bu sayede, bir saniyeden daha kısa sürede taramayı gerçekleştirip radyasyon dozunu daha da düşürebiliriz. Tüm taramalarımızda 2,8 veya 3,0 gibi pitch değerleri kullanabiliriz ve bu da radyasyon dozu üzerinde inanılmaz bir etki yaratacaktır. Herkes için en önemli avantaj, sedasyon ihtiyacının ve solunum artefaktlarının azalmasıdır. İlk kez göğüs veya abdomen taraması için hastaneye gelen sağlıklı çocuklarda, birkaç saniye uslu durmalarını sağlamanız halinde sedasyona gerek yoktur. Bu durum, tarama kalitesini artırır ve hastalar üzerindeki yükü azaltır."

Dr. Siegel, Flash sisteminin yüksek pitch değerli tarama konumlarını ve entegre CARE kV özelliğini kullanarak ve SAFIRE rekonstrüksiyon uygulamasıyla miliamper değerini %20 oranında azaltarak radyasyon dozunu çok daha fazla indirmeyi başardı. Dr. Siegel, durumu şöyle özetliyor: "Tüm taramalarda ortalama doz, 2,7 mGy düzeyine indi."



Marilyn Siegel, MD, Washington Üniversitesi Tıp Fakültesi ve St. Louis Çocuk Hastanesi'nde, çocuklara tatbik edilen radyasyon dozunu düşürmek için araştırmalar yaptığı ve konferanslar verdiği bir kampanya yürütüyor.

“Amaç, pediatrik hastalar için yüksek tanısal görüntü kalitesinde radyasyon dozunu 1 mSv altına düşürmektir. Bu teknoloji, o noktaya ulaşmamızda bize yardımcı oluyor.”

Dr. Marilyn Siegel – Washington Üniversitesi Tıp Fakültesi ve St. Louis Çocuk Hastanesi’nde (Missouri, ABD) görevli pediatrik radyolog



SOMATOM Definition Flash sistemi, elektronik görüntü parazitlerini sınırlandıran yeni Stellar dedektörünün kullanımına imkan veriyor. Stellar dedektörü, radyasyon dozunu artırmadan 0,30 milimetreye kadar düşen bir uzaysal çözünürlük sunuyor. Bu da, örneğin damarların daha iyi görüntülenmesine olanak veriyor.

Yaklaşıyoruz

2013 yılının sonbahar aylarında Dr. Siegel, pediatrik görüntülemenin bir sonraki adımı üzerine Siemens mühendisleri ile birlikte çalışmak üzere Almanya’ya gitti: Dual Energy taramalarının sıfır dozda gerçekleştirilmesi. Dr. Siegel, şöyle diyor: “Dozun düşük düzeyde kalabileceğini gösterebilirim, o zaman Dual Energy heyecan verici bir araç haline gelir. Güzel görüntüler tek başına bir şey ifade etmez. Bu teknoloji, bugüne kadar değerlendirme imkanımız olmayan, kalp ve akciğerdeki damar perfüzyonu gibi olayları aydınlatmamıza ve tümörün verdiği yanıtı iyot takibi ile değerlendirmemize yardımcı oluyor. Sözün özü, bu teknoloji daha önce BT ile gerçekleştiremediğimiz fonksiyonel görüntüleme işlemini yapmamızı sağlıyor.”

Dr. Siegel ve Siemens, henüz işlerini bitirmediler. Dr. Siegel, kendisi için

önemli bir gurur kaynağı olarak, 64 kesitli konfigürasyonlu SOMATOM Definition AS sistemi, CARE kV ve SAFIRE teknolojileri ile birlikte kullanıldığında, inanılmaz derecede düşük doz değerlerini gösteren bir tablo hazırladı. Tablonun üzerinde şöyle bir ifade yer alıyor: “Yaklaşıyoruz.” Dr. Siegel, gülümseyerek şu yorumu yapıyor: “İnsanların hayatlarını etkilemek gerçekten heyecan verici.”

Detroit’te (Michigan, ABD) ikamet eden Ron French, serbest bir medikal ve ekonomi yazarıdır. French, Detroit News için de yazılar yazmaktadır.

Klinik uygulamalarda, SAFIRE teknolojisinin kullanımı, klinik görevin türüne, hastanın vücut ölçülerine, analiz edilecek bölgenin anatomik lokasyonuna ve klinik uygulamanın türüne bağlı olarak hastaların BT taramasında maruz kaldıkları radyasyon dozunu düşürebilir. İlgili klinik görevde ideal tanısal görüntü kalitesini elde etmek üzere uygun dozu belirlemek için radyoloğunuz ve doktorunuza başvurulmalıdır. SAFIRE görüntü rekonstrüksiyonu yazılımı kullanılırken radyasyon dozunu %54-60 arasında düşürmek üzere aşağıda belirtilen test yöntemi kullanılmıştır: Görüntü parazitleri, BT taraması adedi, homojenlik ile düşük kontrast ve yüksek kontrast çözünürlükleri, Gammex 438 modelinde değerlendirilmiştir. SAFIRE teknolojisi kullanılarak yeniden yapılandırılan, düşük dozlu radyasyonla temin edilmiş veriler, bu test bazında tam doz ile elde edilen verilere kıyasla aynı görüntü kalitesini sergilemiştir. Söz konusu veriler ilgili dosyadadır.

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, vb.) bulunduğu için diğer müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair bir garanti söz konusu değildir.

1,5T MAGNETOM Aera sisteminde k-t-sparse SENSE fonksiyonunu kullanarak kalbin hızlandırılmış segmenter Sine TrueFISP görüntülenmesi

Maria L. Carr¹; Bruce Spottiswoode²; Bradley Allen¹; Michaela Schmidt²; Mariappan Nadar³; Qiu Wang³; Jeremy Collins¹; James Carr¹; Michael Zenge²

¹ Northwestern Üniversitesi, Feinberg Tıp Fakültesi, Chicago, IL, ABD

² Siemens Sağlık Sektörü

³ Siemens Kurumsal Teknolojiler, Princeton, Amerika Birleşik Devletleri

Giriş

Kalbin sine MR görüntülemesi, sol ventriküler hacim ile miyokardiyal kitlelerin değerlendirilmesinde bir altın standart olarak geniş çaplı kabul görüyor. Bu görüntüleme, rutin klinik uygulamaların bir parçası olarak kalp anatomisi ve patolojisinin değerlendirilmesinde giderek daha yoğun bir şekilde kullanılıyor. Geleneksel sine görüntüleme yaklaşımları genelde tutulan her nefes için 1 kesit çekebiliyor ve bu durum, kalbin komple görüntülenmesinde protokollerin uzamasına neden oluyor. Paralel görüntüleme işlemi ise, örneğin

tutulan her nefes için çekilen kesit adedini 2'ye veya 3'e çıkararak söz konusu süreci kısaltıyor. Kardiyak sine görüntülemeye artefaktlar, hızlanma oranı arttıkça daha yaygın bir şekilde görülüyor. Görüntülerin tanınal niteliğini olumsuz etkileyen bu durum, niceliksel ölçümlerin kesinlik düzeyini düşürebiliyor. Ancak düzenli yinelemeli rekonstrüksiyon teknikleri, parsiyel olarak örneklenmiş verilerden elde edilen görüntüleri büyük oranda iyileştirmek için kullanılabilir. Bu çalışmada, [1] no'lu referansta belirtildiği üzere, parsiyel örneklenmiş k-alanı verilerinin rekonstrüksiyonu için

L1-düzenli yinelemeli SENSE tekniği kullanıldı. Wavelet regülarizasyonunun parazitten arındırma özelliklerinden faydalanan bu teknik*, alt örnekleme artefaktlarını son derece etkin bir şekilde baskılıyor. Bu durum, bir yandan görüntüleme sırasında yüksek hızlanma oranlarının kullanılmasına imkan verirken, diğer yandan tanınal görüntü kalitesinin muhafaza edilmesini sağlıyor.

Bu çalışmanın amacı, bir grup gönüllü ve hastadan çekilen segmenter sine

* Ürün geliştirilme aşamasında olup henüz piyasaya sürülmemiştir. Ürünün gelecekte de erişilebilirliği garanti edilemez.

Tablo 1: Standart ve yinelemeli MR görüntüleme parametreleri

Parametre	Geleneksel iPAT 2	Geleneksel T-PAT 4	Yinelemeli T-PAT 4
Yinelemeli rekonstrüksiyon	Hayır	Hayır	Evet
Paralel görüntüleme	iPAT2 (GRAPPA)	TPAT4	TPAT4
TR/TE (ms)	3,2 / 1,6	3,2 / 1,6	3,2 / 1,6
Flip açısı (derece)	70	70	70
Piksel ebatları (mm ²)	1,9 x 1,9	1,9 x 1,9	1,9 x 1,9
Kesit kalınlığı (mm)	8	8	8
Temporal çözünürlük (milisaniye)	38	38	38
Görüntüleme süresi (sn)	7	3,2	3,2

TrueFISP görüntülerinin, üç farklı hızlandırma ve rekonstrüksiyon yaklaşımı kullanılarak kıyaslanmasıydı: geleneksel rekonstrüksiyonlu iPAT faktör 2; geleneksel rekonstrüksiyonlu T-PAT faktör 4 ve yinelemeli k-t-sparse SENSE rekonstrüksiyonlu T-PAT faktör 4.

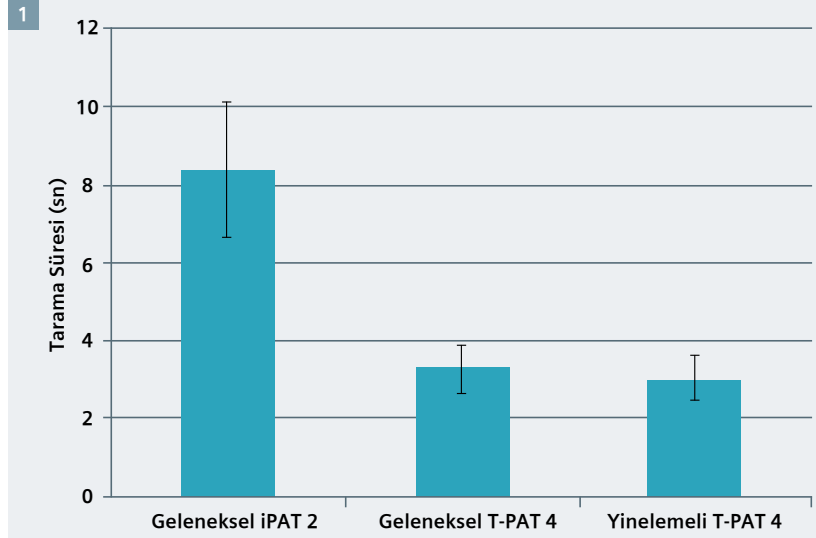
Teknik

Kardiyak MR görüntüleme işleminin, sıkıştırılmış algılama [2] adı verilen ve veri teminini belirgin bir düzeyde hızlandırması beklenen bir dizi yeni görüntü rekonstrüksiyonu yönteminden özellikle faydalanabileceği görülüyor. Sıkıştırılmış algılama yöntemleri, MR alanında sadece birkaç yıl önce kullanılmaya başlandı ve [3, 4] o günden beri paralel görüntüleme teknikleri ile başarılı bir şekilde entegre edildi [5, 6]. Bu yöntemler, ham girdi verilerinin temini sırasında görüntü sıkıştırma özelliğinin tam potansiyelinden faydalanmaya çalışıyor. Yüksek düzeyde alt örneklenmiş girdi verilerinde non-lineer yinelemeli optimizasyon, görüntü rekonstrüksiyonu işlemi sırasında alt örnekleme artefaktlarının ortaya çıkmasını önüyor. Nihayetinde elde edilen görüntüler, girdi verileri ile tutarlı en iyi çözümü simgeliyor ve belirli bir dönüşüm alanı içerisinde seyrek bir şekilde temsil ediliyor. İdeal durumlarda, artık artefaktlar gözle tespit edilemez oluyor veya tanısal olarak herhangi bir anlam ifade etmiyor.

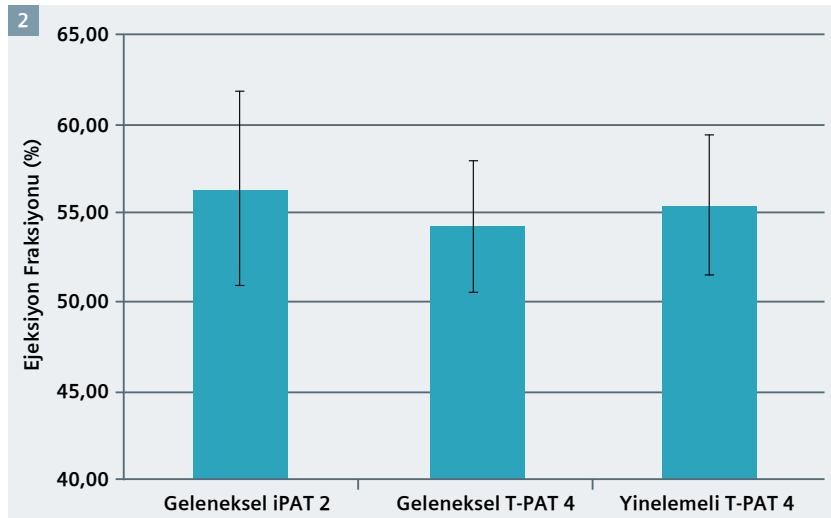
[1] no'lu kaynakta Liu ve arkadaşlarınınca vurgulandığı üzere, görüntü rekonstrüksiyonu basit bir optimizasyon sorunu olarak tanımlanabilir. Mevcut uygulamalarda bu optimizasyon sorunu, Neterov tipi bir algoritma kullanılarak çözümleniyor [7]. Artık Haar dönüşümlü L1 düzenlemesi, Dykstra tipi bir algoritma kullanılarak etkin bir şekilde gerçekleştiriliyor [8]. Bu durum, rekonstrüksiyon prosedürünün mevcut MAGNETOM platformuna sorunsuz bir şekilde entegre edilmesine imkan veriyor ve bu sayede geniş çaplı klinik değerlendirmelerde kullanılabilir.

Gereç ve yöntemler

Sağlıklı dokuz gönüllü (erkeklerde ortalama yaş: 57,4; kadınlarda: 56,7) ile kalp rahatsızlığından şüphelenilen 20 hasta (erkeklerde ortalama yaş: 54,4; kadınlarda: 40), sağlık kurulu tarafından onaylanan bir protokol altında 1,5T



1 Gönüllü ve hastalarda tek kesitli tarama süresi. Hem TPAT4 hızlanması hem de yinelemeli rekonstrüksiyonlu TPAT4 hızlanmasında, standart iPAT2 tekniğine kıyasla istatistiki olarak tarama süresinde belirgin bir kısalma söz konusuydu.



2 Gönüllülerde ejeksiyon fraksiyonu. Niceliksel olarak ölçülen ejeksiyon fraksiyonu değerleri, üç teknikte de kıyaslanabilir düzeylerdeydi.

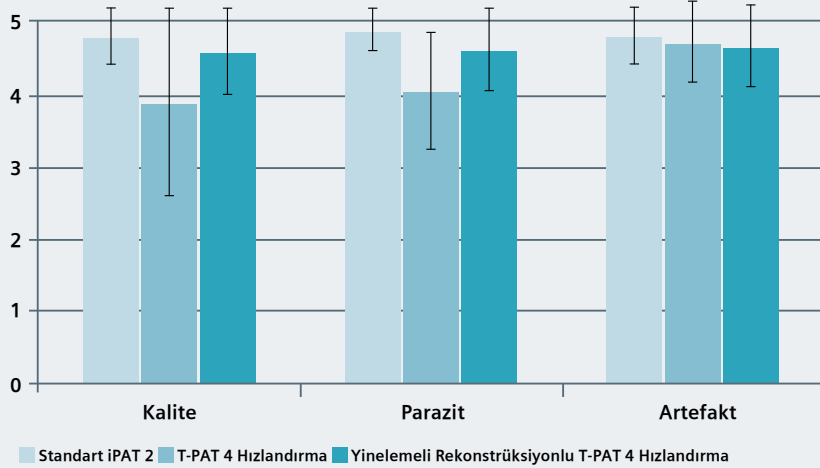
MAGNETOM Aera sistemiyle tarandı. Dokuz gönüllünün tümü ve 16 hasta, geleneksel GRAPPA faktör 2 hızlanmalı (geleneksel iPAT 2), T-PAT faktör 4 hızlanmalı (geleneksel T-PAT 4) ve yinelemeli k-t-sparse SENSE rekonstrüksiyonlu T-PAT faktör 4 hızlanmalı (yinelemeli T-PAT 4) segmenter sine TrueFISP sekansları kullanılarak görüntülendi. Kalan 4 hasta, sadece geleneksel iPAT2 ve yinelemeli T-PAT 4 teknikleri kullanılarak tarandı. Yinelemeli tekniğin, standart

rekonstrüksiyon ortamına tamamen entegre edildiğini özellikle belirtelim.

Her bir görüntüleme sekansına ait görüntüleme parametreleri, Tablo 1'de sunuluyor. Tüm sekanslar, 3 odalı ve 4 odalı görünüm konumlarında ve kısa eksenli kesit kümesi konumunda tatbik edildi.

Gönüllülere ait tüm veri setleri, deneyimli bir kardiyovasküler MR görüntüleme teknisyeni tarafından syngo MultiModality Workplace

3



3 Gönüllü ve hastalarda kalitatif skorlar. Geleneksel T-PAT4'e kıyasla yinelemeli T-PAT4 ve geleneksel iPAT2 tekniklerinde görüntü kalitesi en yüksek düzeydeydi ve parazit ve artefaktlar minimum sayıydı.

(Leonardo) adlı iş istasyonunda, Argus tarama sonrası görüntü işleme yazılımı (Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya) kullanılarak sayısal olarak analiz edildi. Bu analizde, ejeksiyon fraksiyonu, diyastol sonu hacmi, sistol sonu hacmi, strok hacmi, kardiyak çıkış ve miyokardiyal kitle hesaplandı. Tüm gönüllü ve hastalarda, genel görüntü kalitesini değerlendirmek için bir radyolog tarafından 5-puanlı Likert ölçeği kullanılarak kör niteliksel puanlama yapıldı (1: tanısal değil; 2: zayıf; 3: orta; 4: iyi; 5: mükemmel). Görüntüler, artefakt ve parazit açısından da değerlendirildi (1: ciddi; 2: orta; 3: hafif; 4: belli belirsiz; 5: mevcut değil).

Gruplar arasındaki tüm sürekli değişkenler eşleştirilmemiş t-testi kullanılarak, sıralı kalitatif değişkenler ise Wilcoxon işaretli sıralama testi kullanılarak kıyaslandı.

Sonuçlar

Tüm görüntüler başarıyla elde edildi ve tüm vakalarda görüntü kalitesi yeterli tanısal düzeydeydi. Hastalarda kesit başına düşen ortalama tarama süresi, geleneksel iPAT2 tekniğinde $7,7 \pm 1,5$ saniye, geleneksel T-PAT4 tekniğinde $5,6 \pm 1,5$ saniye ve yinelemeli T-PAT4 tekniğinde $2,9 \pm 1,5$ saniyedir. Gönüllülerde ise kesit başına düşen ortalama tarama süresi, geleneksel iPAT2 tekniğinde $9,8 \pm 1,5$ saniye,

geleneksel T-PAT4 tekniğinde $3,2 \pm 1,5$ saniye ve yinelemeli T-PAT4 tekniğinde $3,0 \pm 1,5$ saniyedir. Tarama süresine ilişkin sonuçlar, Şekil 1'de gösteriliyor. Hem gönüllülerde hem de hastalarda iPAT 2 protokolü, hem geleneksel T-PAT4 hem de yinelemeli T-PAT 4 protokolünden belirgin ölçüde daha uzundur (her grup için $p < 0,001$).

Üç görüntüleme tekniğiyle elde edilen ejeksiyon fraksiyonu (EF) değerleri, Şekil 2'de veriliyor. Geleneksel T-PAT4 tekniğinde ortalama EF değeri, geleneksel iPAT2 ve yinelemeli T-PAT teknikleriyle ölçülen değerden bir miktar daha düşük, ancak ölçülen grup nispeten küçük (9 denek) olduğundan, bu fark göz ardı edilebilir (sırasıyla $p = 0,34$ ve $p = 0,22$). Geleneksel iPAT2 ve yinelemeli T-PAT4 sekansları ile ölçülen ejeksiyon fraksiyon değerleri arasında istatistiki olarak belirgin bir fark bulunmuyor ($p = 0,48$).

Görüntü kalitesi, parazit ve artefaktlar ile ilgili sonuçlar, Şekil 3'te veriliyor. Yinelemeli T-PAT4 görüntüleri ile geleneksel iPAT2 görüntülerine ait görüntü kalitesi, parazit ve artefakt skorları kıyaslanabilir düzeyde. Geleneksel T-PAT4 görüntüleri, diğer teknikler ile çekilen görüntülere göre daha düşük kalitede ve daha fazla artefakt ve parazit içeriyor.

Şekil 4 ve 5'te, bazal septal hipertrofisi olan bir hastadan üç teknikte çekilen

4-odali ve orta-kısa eksenli örnek görüntüler veriliyor. Her iki seride de geleneksel iPAT2 ve yinelemeli T-PAT4 görüntülerinin kalitesi kıyaslanabilir düzeyde iken geleneksel T-PAT4 görüntüsü belirgin bir şekilde daha parazitli.

Tartışma

Bu çalışmada, hızlandırılmış, segmenter yeni sine TrueFISP tekniği, hasta ve normal deneklerden oluşan bir grup üzerinde denenerek geleneksel iPAT2 sine TrueFISP ve T-PAT4 sine TrueFISP teknikleri ile karşılaştırıldı. Yinelemeli rekonstrüksiyon tekniği, klinik uygulamalardaki altın standart (geleneksel iPAT2) ile kıyaslanabilir ejeksiyon fraksiyonu değerleri verdi. Kıyaslama tekniği olarak kullanılan hızlandırılmış, segmenter, sine TrueFISP T-PAT4, diğer tekniklere kıyasla bir miktar daha düşük EF değerleri üretse de bu durum, istatistiki olarak herhangi bir anlam ifade etmiyor. Yinelemeli rekonstrüksiyon tekniği ile elde edilen görüntü kalitesi, parazit ve artefakt puanları, iPAT2 destekli geleneksel rekonstrüksiyon teknikleri ile kıyaslanabilir düzeyde. Geleneksel T-PAT4 tekniğinde, diğer iki tekniğe kıyasla görüntü kalitesi daha düşük ve daha fazla parazit söz konusu.

Yinelemeli T-PAT4 segmenter sine tekniği, klinik uygulamalarda kullanılan iPAT2 sine TrueFISP tekniği ile benzer bir görüntü kalitesi ve uzaysal çözünürlükte, görüntüleme süresini %50'den fazla kısaltıyor. Tek nefes tutmada tüm kalbin görüntüsünü çekebilecek şekilde geliştirilebilen bu yinelemeli teknik, bu sayede kardiyak MR görüntülemesi alanında genel kaniya göre en önemli zorluklardan biri olan klinik kardiyak MR görüntüleme protokollerini sadeleştiriyor ve kolaylaştırıyor. Kısalan sine görüntüleme prosedürü sayesinde perfüzyon ve akış gibi ileri düzey ilave görüntüleme teknikleri, makul bir protokol süresi içerisinde kalacak şekilde tarama süreçlerine dahil edilebiliyor.

Halihazırda bu tekniğe yönelik bazı kısıtlamalar bulunuyor. Öncelikle, kısa eksenli oryantasyonda bazen kaçınılması zor bir durum olan, görüş alanının görüntülenecek objeden küçük olması halinde SENSE tekniğinin kullanımı, görüntü kalitesinde bozulmalara yol

açan artefaktlara neden oluyor. Ancak bu soruna yönelik olarak, henüz piyasaya sürülmemiş mevcut protokolde bir çözüm sunulacağı belirtiliyor. İkinci olarak, mevcut uygulamada görüntü rekonstrüksiyon süreleri, sistemin rutin klinik uygulamalarda kullanımını engelleyici bir faktör olarak ortaya çıkıyor. Ancak, gittikçe hızlanan işlemciler ve algoritmik iyileştirmelerle rekonstrüksiyon süresini klinik açıdan kabul edilebilir bir süreye çekmenin mümkün olacağını düşünüyoruz.

Tabii ki yinelemeli rekonstrüksiyon teknikleri sadece kalbin sine görüntülemesi ile sınırlı değil. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu tekniğin akış fazlı, kontrastlı, 4D MR görüntüleme ve 3D koroner MR anjiyografi gibi zaman-yoğun teknikler ile birlikte kullanılmasını

sağlayarak bu teknikleri klinik açıdan uygulanabilir hale getirebilir. Ayrıca bağdaşmaz bir örnekleme modeli kullanılarak yüksek hızlanma oranları elde edilebilir [9].

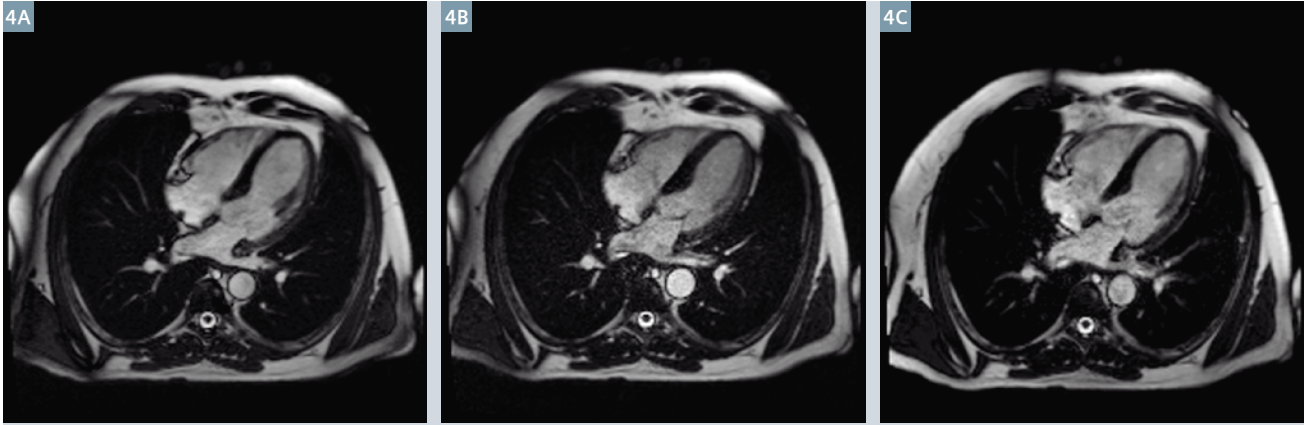
Yeterli düzeyde yüksek hızlanma ile bu teknik, nefes tutmada sorunları veya aritmisi olan hastalarda gerçek zamanlı sine kardiyak görüntüleme prosedüründe de etkin bir şekilde kullanılabilir. Şekil 6'da, T-PAT6 ve k-t yinelemeli rekonstrüksiyon ile elde edilen gerçek zamanlı görüntülerin mükemmel bir görüntü kalitesine sahip olduğu görülüyor.

Sonuç olarak, kalbin k-t-sparse yinelemeli rekonstrüksiyonlu sine TrueFISP görüntülemesi, geleneksel tekniklerden çok daha kısa sürede

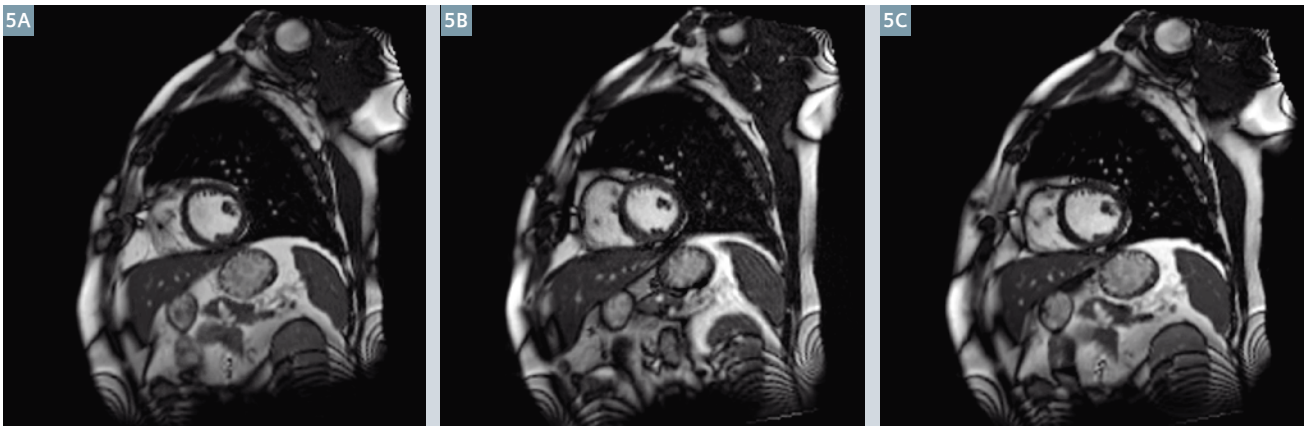
yüksek kaliteli sine görüntülerin elde edilmesinde umut vaat eden bir teknik.

Teşekkürler

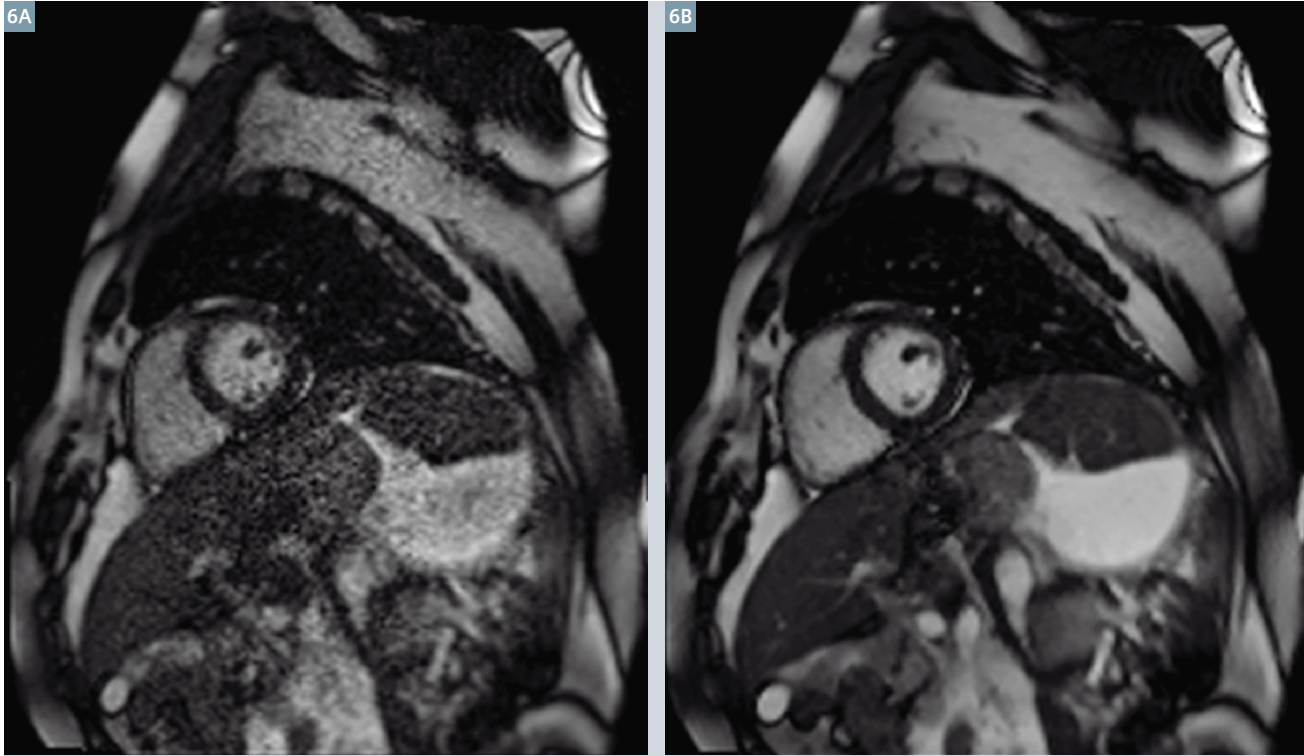
Northwestern Memorial Hastanesi MR Görüntüleme Bölümü Yöneticisi Judy Wood'a, süregelen desteği ve yıllardır devam eden araştırmalarımıza sağladığı katkılar için teşekkür ederiz. Ayrıca, bize gösterdikleri sabır ve araştırmalarımıza olan bağlılıkları nedeniyle, Kardiyovasküler Teknolojisi uzmanları Cheryl Jarvis, Tinu John, Paul Magarity ve Scott Luster'a teşekkür etmek isteriz. Son olarak, bu çalışmayı mümkün kılan Kaynak Koordinatörleri Irene Lekkas, Melissa Niemczura ve Paulino San Pedro'ya teşekkürlerimizi sunarız.



4 Sağlıklı bir gönüllüden dört odalı sine TrueFISP görüntülemesi. (4A) Geleneksel iPAT2, görüntüleme süresi: 8 saniye (4B) Geleneksel T-PAT4, görüntüleme süresi: 3 saniye (4C) Yinelemeli T-PAT4, görüntüleme süresi: 3 saniye



5 Geçmişinde miyokardiyal enfarktüs olduğu bilinen bir hastadan elde edilen sistol sonu, kısa eksenli, sine TrueFISP görüntüleri. Önceden gerçekleştirilen sternotomiden kalan, göğüs kafesinde metal bir artefakt tespit edildi. Sine görüntülerde, sirkonfleks bölgesindeki eski bir enfarktüs ile tutarlı olarak, inferolateral duvarda incelme ve akinezi görülüyor. (5A) Geleneksel iPAT2, (5B) geleneksel T-PAT4, (5C) yinelemeli T-PAT4.



6 (6A) Geleneksel ve (6B) yinelemeli teknikler kullanılarak yeniden yapılandırılan gerçek zamanlı sine TrueFISP T-PAT 6 görüntüleri

Referanslar

- 1 Liu J, Rapin J, Chang TC, Lefebvre A, Zenge M, Mueller E, Nadar MS. Dynamic cardiac MRI reconstruction with weighted redundant Haar wavelets. In Proceedings of the 20th Annual Meeting of ISMRM, Melbourne, Australia, 2002. p 4249.
- 2 Candes EJ, Wakin MB. An Introduction to compressive sampling. IEEE Signal Processing Magazine 2008. 25(2):21-30. doi: 10.1109/MSP.2007.914731.
- 3 Block KT, Uecker M, Frahm J. Undersampled Radial MRI with Multiple Coils. Iterative Image Reconstruction Using a Total Variation Constraint. Magn Reson Med 2007. 57(6):1086-98.
- 4 Lustig M, Donoho D, Pauly JM. Sparse MRI: The application of compressed sensing for rapid MR imaging. Magn Reson Med 2007. 58(6):1182-95.
- 5 Liang D, Liu B, Wang J, Ying L. Accelerating SENSE using compressed sensing. Magn Reson Med 2009. 62(6):154-84. doi: 10.1002/mrm.22161.
- 6 Lustig M, Pauly JM. SPIRiT: Iterative self-consistent parallel imaging reconstruction from arbitrary k-space. Magn Reson Med 2010. 64(2):457-71. doi: 10.1002/mrm.22428.
- 7 Beck A, Teboulle M. A fast iterative shrinkage-thresholding algorithm for linear inverse problems. SIAM J Imaging Sciences 2009. 2(1): 183-202.
- 8 Dykstra RL. An algorithm for restricted least squares regression. J Amer Stat Assoc 1983 78(384):837-842.
- 9 Schmidt M, Ekin O, Liu J, Lefebvre A, Nadar MS, Mueller E, Zenge MO. Novel highly accelerated real-time CINE-MRI featuring compressed sensing with k - t regularization in comparison to TSENSE segmented and real-time Cine imaging. J Cardiovasc Magn Reson 2013. 15(Suppl 1):P36.



İletişim

Maria L. Carr, RT.R (CT)(MR)
Kardiyovasküler Araştırma
Teknolojileri Uzmanı
Radyoloji Bölümü
Northwestern Üniversitesi
Feinberg Tıp Fakültesi
737 N. Michigan Ave.
Suite 1600
Chicago, IL 60611
ABD
Tel: +1 312-926-5292
m-carr@northwestern.edu

Düşük dozda görüntüleme klinik bir gerçeğe dönüşüyor

Giriş

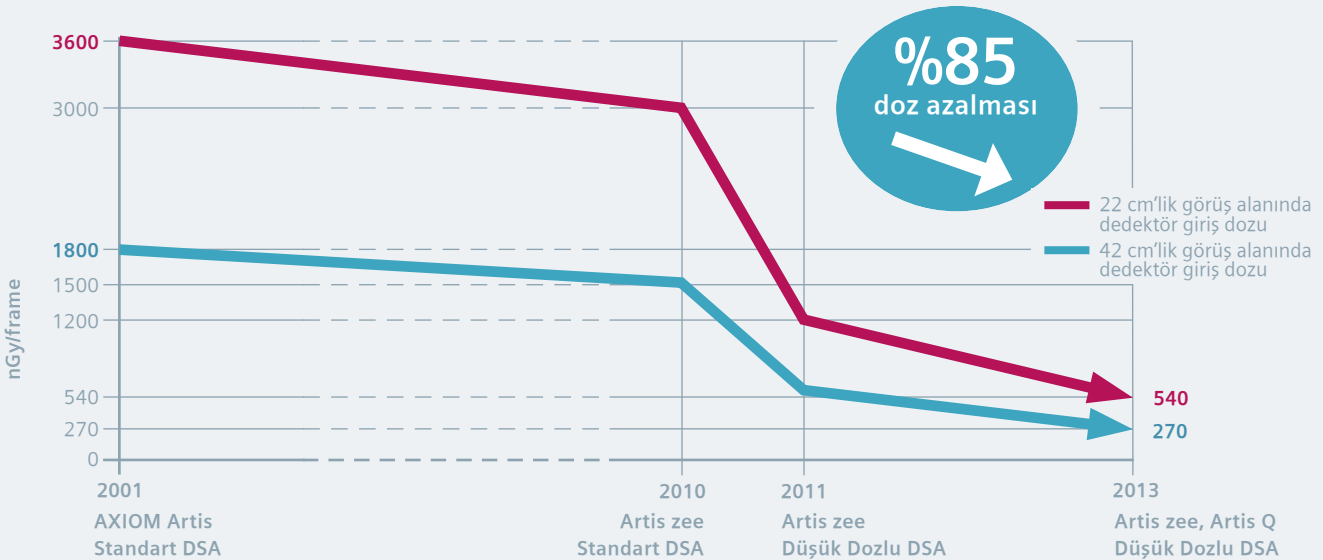
Minimal invazif, uzun endovasküler prosedürlerin sayısı son birkaç yılda belirgin bir şekilde arttı (1). Bu kardiyovasküler, nörovasküler ve onkolojik prosedürler için genelde subtraksiyonlu veya natif, dijital ve yüksek kalitede, çok sayıda anjiyografi görüntü setine ihtiyaç duyuluyor. Bu prosedürler ile ilişkilendirilen uzun floroskopi süreleri, personel ve hastaların ciddi anlamda radyasyona maruz kalmalarına neden olabiliyor. syngo DynaCT® (konik ışın hüzmeli BT) yazılımının özellikle nörolojik ve onkolojik endovasküler tedavilerde kullanımı yaygınlaşıyor (2). Hasta ve personel güvenliği açısından, iyonlaştırıcı radyasyonun kullanıldığı tüm alanlarda ALARA (mümkün olduğunca düşük doz) prensibinin anlaşılması ve uygulanması gerekiyor.

Bu bağlamda, anatomik ve patolojik yapıların mümkün olan en düşük

radyasyon dozunda iyi bir şekilde görüntülenebilmesi için doz ve görüntü kalitesi arasında mutlaka ve her daim bir denge gözetilmeli.

Siemens tarafından geliştirilen tüm anjiyografi sistemleri, anjiyografi ve floroskopi alanlarında, tüm anatomik bölgeler için düşük dozlu protokoller sunuyor. ALARA prensibinin maksimum düzeyde desteklenmesi ve düşük dozlu (1) protokollerin hayata geçirilebilmesi için dedektör giriş dozunun düşürülmesi gerekiyor. Son on yılda, düşük dozlu görüntüleme için gerekli dedektör giriş dozu, %85'e varan oranlarda azaltıldı (Şekil 1).

Ancak lezyon teşhisinin doğrudan dedektör giriş dozuna bağlı olması nedeniyle Siemens, mümkün olan en düşük radyasyon dozunda tanısal açıdan güvenilir bir görüntü kalitesi sunabilmek için tüp, dedektör ve görüntüleme zincirindeki



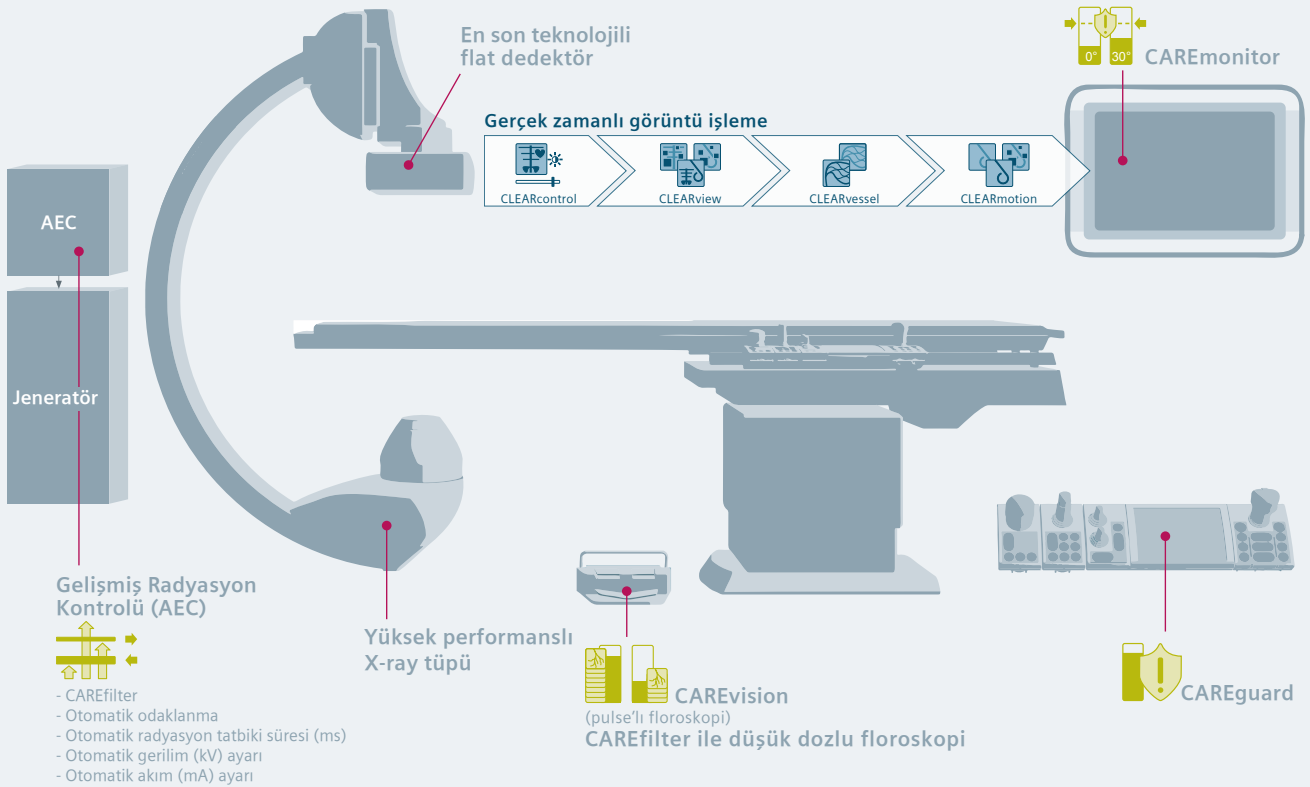
Şekil 1: Standart baş DSA taramalarında uygulanan dedektör başlangıç dozu, AXIOM Artis sisteminden (2001) Artis zee ve Artis Q sistemlerine (2013) uzanan süreçte belirgin bir şekilde azalıyor. Siemens, standart dozlu görüntülemelerde 22 cm'lik bir görüş alanını referans format olarak kullanıyor. Bu formatta radyasyon dozu, 3.600 nGy/frame düzeyinden 540 nGy/frame düzeyine kadar düştü.

Bu belgede "doz", air kerma anlamına gelmektedir.

inovasyonlara ciddi yatırımlar yaptı (Şekil 2).

Düşük dozlu görüntülemeye, yüksek performanslı X-ray tüpleri ve gelişmiş flat detektörlere ek olarak, başka önemli faktörler de söz konusu:

- CARE2 destekli Gelişmiş Radyasyon Kontrolü (AEC) sistemi, radyasyon dozunu mümkün olan en düşük düzeyde tutarken mümkün olan en yüksek görüntü kalitesini elde etmek üzere X-ray parametrelerini ayarlıyor.
- En son teknoloji, gerçek zamanlı görüntü işleme (CLEAR2) sistemi, son derece düşük radyasyon dozu ayarlarında nesne görünebilirliği yüksek ve mümkün olan en az sayıda artefakt içeren görüntüler sunuyor.
- Düşük dozda akıllı floroskopi, pulse'lı floroskopi ve diğer CARE+CLEAR özellikleri de floroskopi taramalarının ALARA prensibine uygun olarak gerçekleştirilmesi açısından kilit öneme sahip bulunuyor.
- Doz takibi ve CAREguard özellikleri, hem görsel hem de sesli uyarılar vererek, anjiyografi sistemi kullanıcılarının özellikle floroskopi esnasında X-ray kullanımı konusunda daha dikkatli olmalarını sağlıyor.



Şekil 2: Siemens, X-ray tüpleri, dedektörler, gelişmiş radyasyon kontrolü (AEC), gerçek zamanlı görüntü işleme (CLEAR), akıllı floroskopi teknikleri ve doz takibinde kaydedilen gelişmeler sayesinde radyasyon dozunu önemli düzeyde azaltıyor.

² Yüksek görüntü kalitesi sunan ve radyasyon dozunu düşüren araçlardan oluşan kapsamlı CARE+CLEAR portföyü, Artis sistemlerinde standart olarak kullanılıyor. CARE+CLEAR, teşhis ve tedavide güvenilir kararların alınmasını destekleyerek ve hem klinik personelin hem de hastaların güvenliğini artırarak Siemens kullanıcılarına, mümkün olan en düşük radyasyon dozunda tercih ettikleri görüntü kalitesini sunuyor.

Gelişmiş radyasyon kontrolü

Gelişmiş radyasyon kontrolü (AEC), hastaların vücut ebatlarını otomatik olarak algılayarak tüm işlem tipleri için görüntü kalitesinin yüksek tutulması açısından hayati öneme sahip. Siemens AEC sistemi, hastanın vücut kalınlığını gerçek zamanlı olarak hesaplıyor. İhtiyaç duyulan dozun hesaplanmasında hastanın vücut ebatları, anatomik bölge ve C-kolu açısındaki değişimler otomatik olarak dikkate alınıyor. Bu ölçüm temelinde dedektör giriş dozu, aşağıda belirtilen beş parametrenin otomatik ve gerçek zamanlı olarak ayarlanması suretiyle sabit tutulabiliyor (Şekil 3):

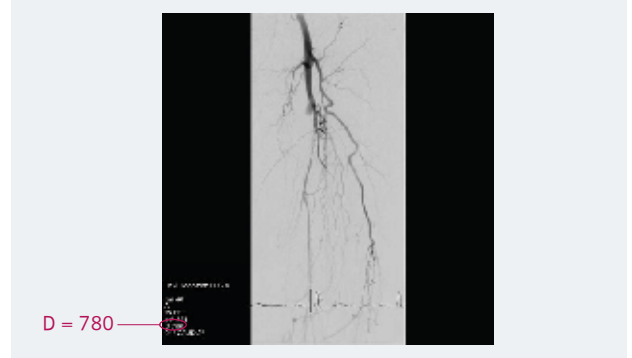
1. Tüp gerilimi
2. Tüp akımı
3. Ön filtre (CAREfilter)
4. Radyasyon tatbiki süresi (pulse genişliği)
5. Odak noktası

Siemens, dedektör giriş dozu için referans format olarak 22 cm'lik bir görüş alanı (FoV3) kullanıyor. Görüntülerin üzerinde görülen gerçek doz değeri ("D değeri"), bu referans formata dayanıyor. Farklı görüş alanlarında yapılan bir tarama sırasında gerekli olan dedektör giriş dozu (30x40'lık bir dedektör için) aşağıda belirtilen tabloya göre seçiliyor:

- 48 cm'lik görüş alanı: referans formatta radyasyon dozu x 0,5
- 42 cm'lik görüş alanı: referans formatta radyasyon dozu x 0,5
- 32 cm'lik görüş alanı: referans formatta radyasyon dozu x 0,7
- 22 cm'lik görüş alanı: referans formatta radyasyon dozu x 1,0
- 16 cm'lik görüş alanı: referans formatta radyasyon dozu x 1,4
- 11 cm'lik görüş alanı: referans formatta radyasyon dozu x 2,0

Örneğin, 42 veya 48 cm'lik bir görüş alanında gerçekleştirilecek bir DSA taraması için gerekli dedektör dozunu belirlemek amacıyla organ protokolünde belirtilen doz değerinin 0,5 ile çarpılması gerekiyor (Şekil 4). Diğer üreticiler ile kıyaslama yapılırken bu kural hatırlanmalıdır.

Sadece iki parametrenin (kV ve mA) değiştirilebildiği diğer sistemlerin



Şekil 4: D = 780 nGy/frame, 22 cm'lik görüş alanında standart doz ölçümünü veriyor. 48 cm'lik görüş alanında gerçek dedektör giriş dozu, şu şekilde hesaplanıyor: 780 nGy/frame x 0,5 = 390 nGy/frame.

aksine, Siemens sistemleri beş farklı parametrenin (kV, mA, ms, ön filtreleme, odak noktası büyüklüğü) dinamik ve çevrimiçi olarak ayarlanmasını ve bu işlemin otomatik olarak sistem tarafından gerçekleştirilmesini sağlıyor. Bu durum, radyasyon dozunun optimum bir şekilde düşürülmesine, ALARA prensibine uygun olarak istikrarlı bir görüntü kalitesi elde edilmesine ve dolayısıyla farklı vücut ebatlarına sahip tüm hastalar için düşük dozda çok çeşitli prosedürlerin (pediyatrik amaçlı kullanımdan obez hastalarda koroner müdahalelere kadar)

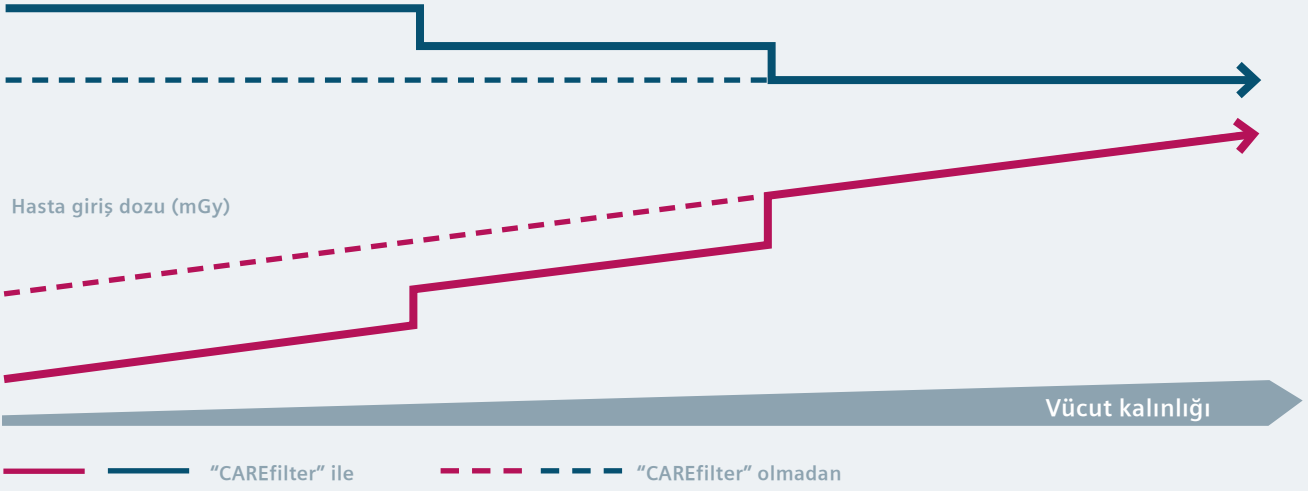


Şekil 3: Gelişmiş radyasyon kontrolü (AEC) ve sabit dedektör giriş dozunda doz ayarlama prensibi. AEC, dedektör giriş dozunu ihtiyaç duyulan düzeyde tutmak ve mümkün olan en yüksek görüntü kalitesini elde etmek üzere seçilen organ programı kapsamında gerçek dedektör giriş dozunu analiz ediyor ve beş farklı parametreyi otomatik olarak ayarlıyor.

³ Görüş alanı, dedektörün çaprazlama uzunluğunu gösteriyor.

Bakır filtre kalınlığının hasta giriş dozu üzerindeki etkisi

Filtre kalınlığı (mm)



Şekil 5: CAREfilter (aralıksız mavi çizgi) ve sabit ön filtreleme (aralıklı mavi çizgi) ile bunların radyasyon dozu (aralıklı ve aralıksız kırmızı çizgi) üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması: Siemens kullanıcıları, ince vücutlu hastalarda düşük hasta giriş dozu (yüksek ön filtrelemeye bağlı olarak) ve kalın vücutlu hastalarda yüksek görüntü kalitesinden (düşük ön filtrelemeye bağlı olarak) faydalananlar. CAREfilter, ince vücutlu hastalarda en kalın filtre ile başlayarak ve daha sonra hasta anatomisi büyüdükçe filtre kalınlığını kademeli bir şekilde düşürerek ön filtreyi, farklı vücut ebatlarına göre dinamik ve otomatik olarak ayarlıyor. CAREfilter sayesinde, genç hastalar ile vücudun ince kısımlarının taranmasında, açık bir şekilde, sabit ön filtrelemeye (aralıklı kırmızı çizgi) kıyasla daha düşük hasta giriş dozlarında daha yüksek bir filtrelemeyi kullanılabiliyor.

¹Hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunun azalması, daha düşük hasta giriş dozunu ifade ediyor.

gerçekleştirilmesine imkan veriyor. İlerleyen sayfalarda, AEC sisteminin gelişmiş parametrelerini detaylı bir şekilde inceleyeceğiz.

CAREfilter

CAREfilter, Siemens'in 1994 yılından beri optimal bakır ön filtrenin otomatik olarak yerleştirilmesini ifade etmek için kullandığı bir terim. Kullanım mantığını şöyle özetleyebiliriz: Hastanın vücudu ne kadar inceyse, ışın demetine o kadar fazla bakır filtre yerleştiriliyor. Bu sayede, düşük enerjili radyasyon filtrelenerek hasta giriş dozu düşürülüyor.

Artis sistemleri, X-ışınlarındaki düşük enerjili radyasyonu daha da düşürmek için dinamik bir bakır filtreleme sistemi kullanıyor. Bakır filtrenin kalınlığı, 0-0,9 mm arasında değişirken AEC, bakır filtrelemeyi otomatik olarak ayarlıyor (Şekil 5). Bakır, hastaların maruz kaldıkları dozu düşürme açısından alüminyumdan daha verimli sonuçlar üretiyor (3).

Artis sistemlerinde doz düşürme işlemi, tarama prosedürünün başından itibaren aktif oluyor çünkü bakır filtre, ilk

görüntüler çekilmeden önce, olması gereken pozisyona hareket ediyor. İşlem sırasında ön filtre ayarı, ışınların arasında kalan nesnenin gerçek zamanlı emilim ölçümüne dayanıyor. Siemens'in AEC sistemi, hastanın vücut ebatlarını ve radyasyon tatbik edilen anatomik bölgenin yoğunluğunu dikkate aldığı için uygun ön filtreleme ayarı, herhangi bir kullanıcı müdahalesi olmaksızın otomatik olarak seçiliyor, bu da hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu optimum düzeye çekiyor (örneğin, pediatrik kardiyak taraması sırasında). Projeksiyon yönü, oblikten anteroposterior pozisyona çevrildiğinde filtre kalınlığı da artıyor, çünkü açı değişimi sırasında taranması gereken alanın hacmi azalıyor ve X-ışınlarının hastanın dokularına gireceği mesafe kısalıyor. Artan filtre kalınlığı, hastanın maruz kalacağı radyasyon dozunu düşürüyor.

Her floroskopi ve akuzisyon protokolü için istenen kV düzeyini ve bakır filtrenin minimum ve maksimum kalınlığını belirleyen ayarlar bulunuyor. Genel kanıya göre, kV değeri arttıkça görüntü kontrastı azalıyor. Bu nedenle sistem, sabit bir görüntü kalitesi elde

etmek için bakır filtrelemeye ek olarak kV düzeyini de (radyasyon penetrasyonu) hastanın vücut kalınlığına adapte ediyor. Örneğin, hastaya penetrasyon için istenen kV düzeyi önceden tanımlanan kV eşliğini geçtiğinde, bakır filtre, belirlenen limitlere geri dönülene dek devre dışı bırakılıyor. Bu kV eşik değeri, yüksek bir görüntü kontrastının elde edilmesine yardımcı oluyor.

Radyasyon tatbiki süresi (pulse genişliği)

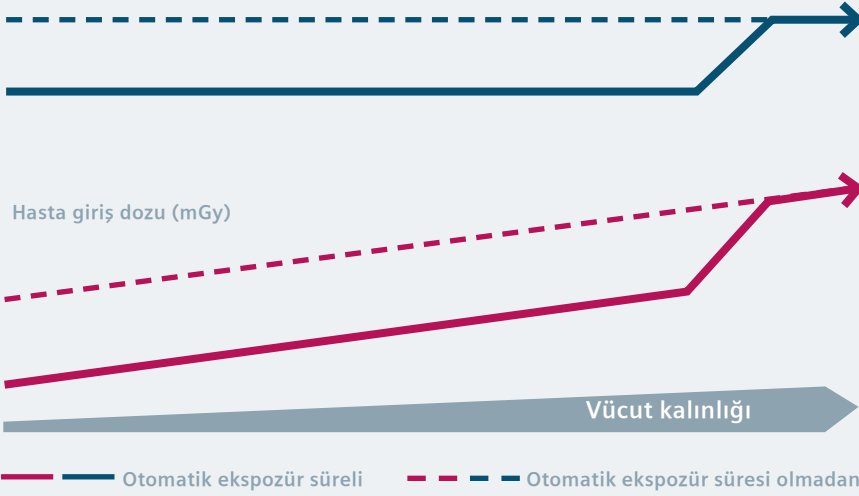
Artis sistemlerinde bulunan AEC özelliği, "otomatik ekspozür süresi optimizasyonu" fonksiyonuna sahip. Gerekli olan tüp dozu çıkışı, daha kısa bir pulse genişliği ile elde edilebildiğinde ekspozür süresi de otomatik olarak kısalıyor. Bu, görüntülerde hasta hareketi kaynaklı bulanıklıkları azaltıyor ve böylece hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu daha da düşüyor⁴ (Şekil 6).

Odak noktası

Artis sistemlerinin ekspozür kontrolü, odak noktasının otomatik olarak seçilmesini sağlıyor (Şekil 7). Gerekli

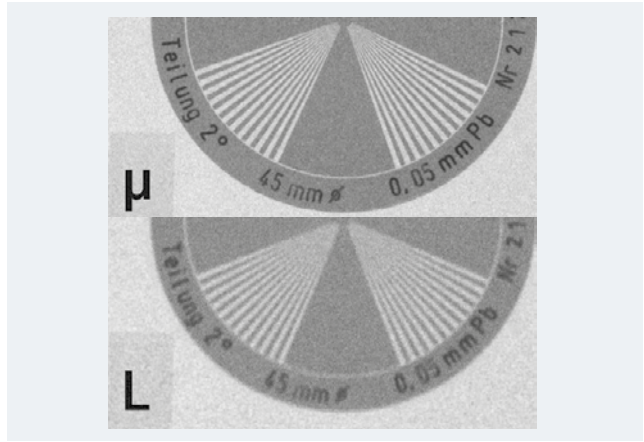
Ekspozür süresinin hasta giriş dozu üzerindeki etkisi

Ekspozür süresi (ms)



Şekil 6: Otomatik ekspozür süresi (aralıksız mavi çizgi) ve sabit ekspozür süresi (aralıklı mavi çizgi) ile bunların radyasyon dozu (aralıklı ve aralıksız kırmızı çizgi) üzerindeki etkilerinin kıyaslanması: Siemens kullanıcıları, ince hastalarda düşük hasta giriş dozu (kırmızı çizgi) ve hareketli yapılarda (koronerler vb.) daha yüksek görüntü kalitesinden (hasta hareketi kaynaklı bulanıklıklardaki azalmaya bağlı olarak) faydalaniyor. Otomatik ekspozür süresi optimizasyonu sayesinde, ince hastalarda, sabit ekspozür süresinin uygulandığı taramalara kıyasla daha kısa pulse'lar kullanılabiliyor. Sabit ekspozür süresinde ince hastalara uygulanan radyasyon dozu yüksek kalıyor (aralıklı kırmızı çizgi).

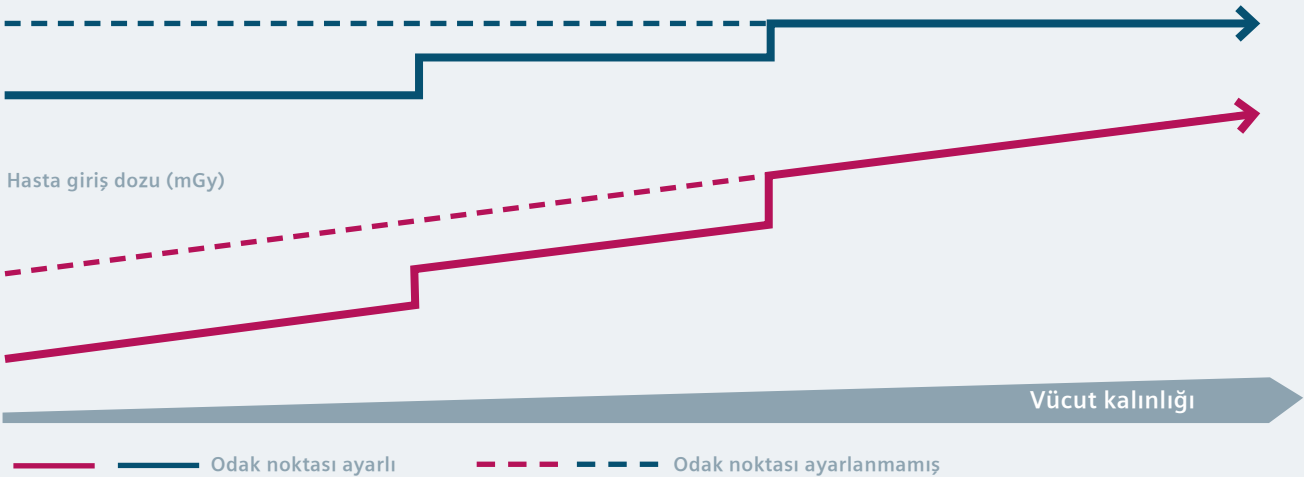
olan tüp dozu çıkışı, daha küçük bir odak noktası ile elde edilebildiğinde odak noktası otomatik olarak küçülüyor. Sonuçta, genelde daha düşük radyasyon dozunda daha yüksek uzaysal çözünürlüklü görüntüler elde ediliyor. Odak noktası büyüklüğünün otomatik olarak seçilmesi, analiz edilen alanın kalınlığına (hastanın vücut ebatları veya görüntüleme açısındaki değişikliklere) dayalı optimizasyon sayesinde görüntü kalitesini iyileştiriyor. Bu fonksiyon, kullanıcı müdahalesi gerektirmediği için ayrıca iş akışı verimliliğinde artış söz konusu olabilir. Siemens X-ray tüpleri, kullanıcılara, en küçükü 0,3 mm (mikro odak) olan üç farklı odak noktası büyüklüğü sunuyor. Bu durum, çok çeşitli ihtiyaçlara yönelik olarak ideal ayarlamaların (örneğin, pediatrik ve nörolojik müdahaleler için son derece yüksek çözünürlük veya obez erişkinler için maksimum güç) yapılmasına imkan veriyor.



Şekil 8: Mikro odak (μ), daha büyük odak noktalarına (L) kıyasla daha yüksek görüntü kalitesi sunuyor.

Odak noktası büyüklüğünün hasta giriş dozu üzerindeki etkisi

Odak noktası büyüklüğü (mm)



Şekil 7: Ayarlanabilir odak noktası (aralıksız mavi çizgi) ve sabit odak noktası (aralıklı mavi çizgi) ile bunların radyasyon dozu (aralıklı ve aralıksız kırmızı çizgi) üzerindeki etkilerinin kıyaslanması: Siemens X-ray tüpleri, üç farklı odak noktası sunuyor. Aktif odak noktası, hastanın vücut kalınlığı ve aktif protokolda tanımlanan parametreler temelinde otomatik olarak değiştiriliyor (aralıksız mavi çizgi). Daha küçük odak noktalarının kullanımı hasta giriş dozunu düşürürken (aralıksız kırmızı çizgi), küçük yapılarda (örneğin, yüksek seviye damar kolları) daha yüksek bir görüntü kalitesi sunuyor. Otomatik odak ayarı olmadığında radyasyon dozu, ince hastalarda yüksek seviyede kalıyor (aralıklı kırmızı çizgi).

CLEAR: Anjiyografik görüntüleme gelişmiş görüntü işleme

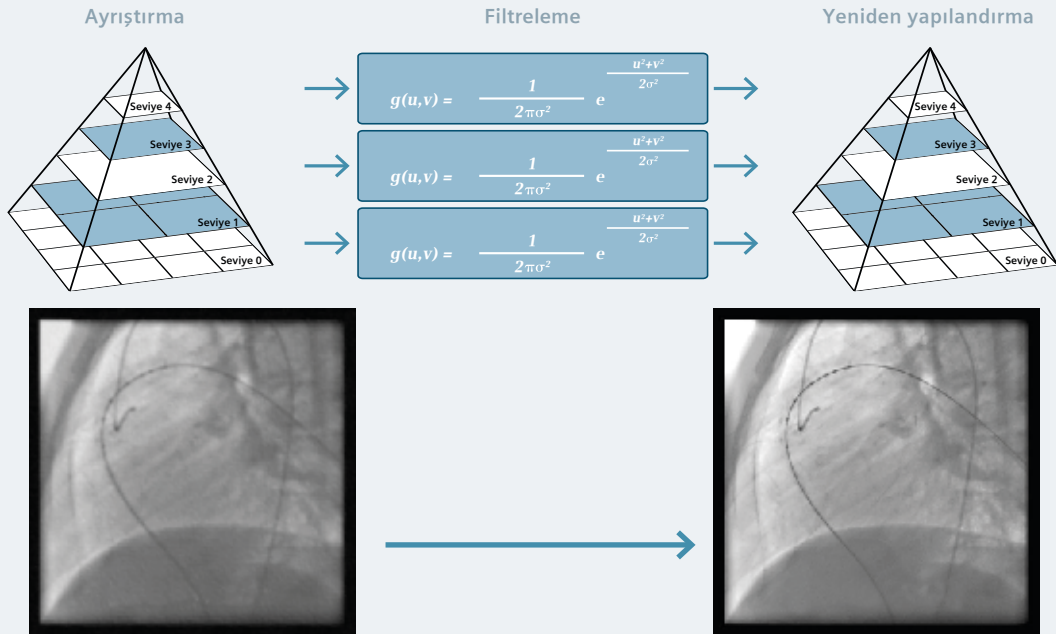
Önceki bölümde belirtildiği üzere, AEC fonksiyonu yardımıyla beş parametreyi ayarlayarak radyasyon dozu optimum bir seviyeye çekilebiliyor. Ancak yine de, elde edilecek görüntüde, düşük dozlu dedektör ayarları ve hasta hareketleri nedeniyle bazı artefaktlar bulunabiliyor. Bu bölümde, görüntü işleme uygulamasının, görüntü parazitlerini azaltarak, görüntü netliğini artırarak ve hasta hareketi kaynaklı artefaktları telafi ederek, özellikle düşük dozda çekilen görüntülerin kalitesini nasıl yükselttiği açıklanıyor.

Gerçek zamanlı görüntü işleme uygulaması optimize edilerek daha düşük radyasyon dozunda belirli bir görüntü kalitesi veya belirli bir doz düzeyinde daha yüksek görüntü kalitesi elde edilebiliyor. Bunun için, gerçek zamanlı farklı algoritmalar aynı anda uygulanabiliyor. Eğer zaman içinde birden fazla görüntü filtre edilirse (geçici filtreleme) görüntü parazitleri belirgin bir şekilde azaltılabilir. Çok

daha karmaşık yöntemler nedeniyle, farklı doz ayarları ve sinyal düzeylerine ihtiyaç bulunuyor. Örneğin, damar kenarlarının görüntüsü, model analiziyle ve damarın bir parçası olan görüntü pikselleri arasında kontrast oluşturularak iyileştirilebiliyor. Hareket telafi algoritmaları, görüntüyü ayrıştırarak sabit ve hareketli yapıları tespit ediyor. Örneğin, hareketli kateterler için kullanılan geçici filtrelemenin sonuçları, sabit yapılar için kullanılan geçici filtrelemenin sonuçlarından farklı oluyor ve bu da hasta hareketi kaynaklı görüntü bulanıklıklarını ve artefaktları önüyor.

Siemens yakın zamanda Artis sistemleri için, gelişmiş işleme özellikleriyle görüntü kalitesini optimize eden, güçlü bir dizi araç geliştirdi.

İlk adım olarak flat panel dedektör, X-ray girişi dozunu bir elektrik sinyaline çeviriyor. Dedektörün entegre elektronik sistemi, analog



Şekil 9: CLEARview algoritması, orijinal görüntü girdisini birden fazla katmana ayrıştırıyor (Gauss ve Laplace piramitleri temelinde) ve kontrastı artırarak özellikle düşük dozda çekilen görüntülerin kalitesini yükseltiyor.

sinyali dedektör matrisinin her bir pikseli için dijital bir değere dönüştürüyor. Bu sayede elde edilen ham veriler, görüntüyü bir bütün olarak kaydediyor. Söz konusu ham veriler, görüntü işleme uygulaması tarafından girdi olarak kullanılabilir.

İkinci adım olarak, ham veriler görüntü işleme uygulamasına gönderiliyor ve görüntü kalitesini artırmak amacıyla ham verilere söz konusu uygulama tarafından uyarlanabilir algoritmalar tatbik ediliyor.

CLEARview: son derece düşük dozlarda anatomik yapıların gelişmiş bir şekilde görüntülenmesi

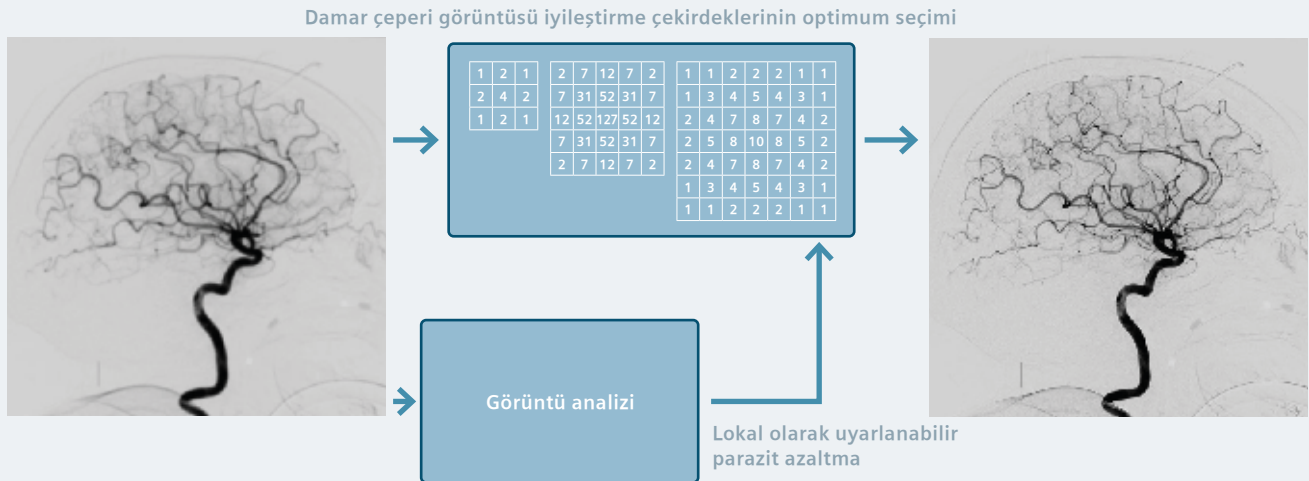
Dedektörden okunan ham verilere, CLEARview algoritması (Şekil 9) tarafından, uyarlanabilir dozlu görüntü paraziti azaltma fonksiyonu uygulanıyor. Parazit filtreleme ayarları, gerçek doz düzeyine göre optimize ediliyor. Sistem, orijinal görüntü girdisini, alt görüntü, bant veya seviye olarak bilinen birden çok katmana ayırıyor.

Söz konusu ayırıştırma işlemi, Gauss ve Laplace piramitlerine dayanıyor

(4). Alt görüntüler, aynı filtre yapısı kullanılarak paralel bir şekilde, ancak ayrı ayrı filtreleniyor. Optimize filtreleme altında yatan temel fikir, her bir görüntü pikselini, gerçek mi yoksa parazitli mi sinyal içerdiğini tespit etmek üzere değerlendiriyor. Sadece parazit içeren pikseller tamamen düzeltiliyor; hem görüntü verisi hem de parazit içeren pikseller ise daha kısıtlı düzeltiliyor. Filtre ayarları, dedektör giriş dozu için de optimize ediliyor. Filtreleme işleminden sonra alt görüntüler yeniden yapılandırılıyor ve bir sonraki görüntü işleme adımına yönlendiriliyor. Sonuç olarak, arka plandaki, özellikle de düşük dozda çekilen görüntülerin arka planındaki parazitlerde önemli bir azalma söz konusu oluyor.

CLEARvessel: damar çeperlerinin gelişmiş bir şekilde görüntülenmesi

CLEARvessel algoritması (Şekil 10), düzgün bir arka planda damar çeperlerinin görünürlüğünü belirgin bir şekilde artırıyor. Görüntünün her bir pikselini analiz eden bu algoritma, daha sonra, damar içinde sadece piksel değerini artırmak amacıyla söz konusu pikselleri, komşu piksellerin



Şekil 10: CLEARvessel: Yukarıdaki şekilde, damar çeperi görüntülerinin iyileştirilmesi için gerekli prosedür adımları gösteriliyor. Ham verilerin niteliğine bağlı olarak uyarlanabilir uzaysal filtreleme, damar çeperlerinin netliğini, arka plandaki parazit düzeyini yükseltmeksizin artırıyor.

değerleri ile birleştiriyor. Görüntü girdisini, mevcut yapılar, özellikle de damarlar için analiz etmek üzere gelişmiş görüntü işleme adımları uygulanıyor. Bu analiz temel alınarak, uzaysal görüntü paraziti azaltma prosedürü lokal olarak tatbik ediliyor. Geleneksel damar çeperi görüntüsü iyileştirme uygulamalarında görüntü, damar dışındaki alanlarda parazitli görünüyör. CLEARvessel, damar çeperlerinin netliğini, arka plandaki parazit seviyesini yükseltmeden artırıyor.

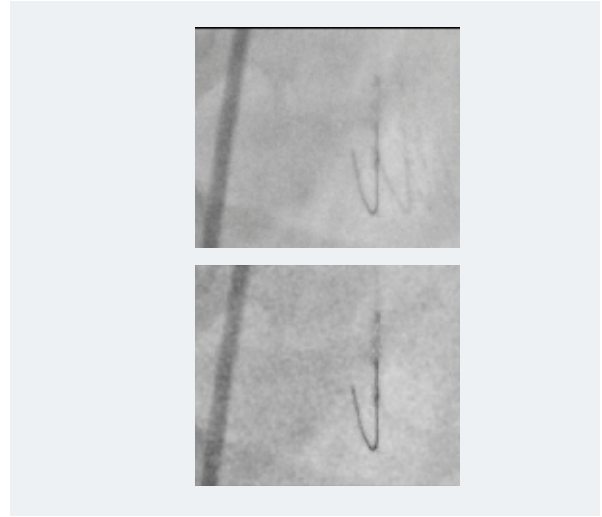
CLEARmotion: hareketli yapıların gelişmiş bir şekilde görüntülenmesi

Hareketli küçük nesneleri, özellikle de kılavuz telleri veya ince damarları tespit edebilen bu algoritma, yapıların görünürlüğünü artırıyor (Şekil 11). Çok skalalı, kareler arası özel bir filtre, ayrıştırılan her bir alt görüntüye hareket-sezici bazlı geçici filtreleme uyguluyor ve mevcut görüntüyü, yakın zamanda çekilen diğer görüntüler ile kıyaslayarak hasta hareketi kaynaklı detayları tespit ediyor. Sistem, geçici filtrelemenin derecesini her bir piksel için ayrı ayrı ayarlıyor. Hasta hareketi kaynaklı bulanıklıklar, bu sayede verimli bir şekilde azaltılabiliyor. Sonuç olarak, ince damarlar ve kılavuz telleri gibi hareketli nesneler,

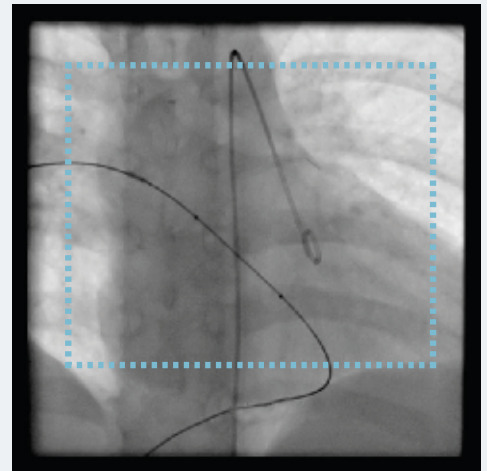
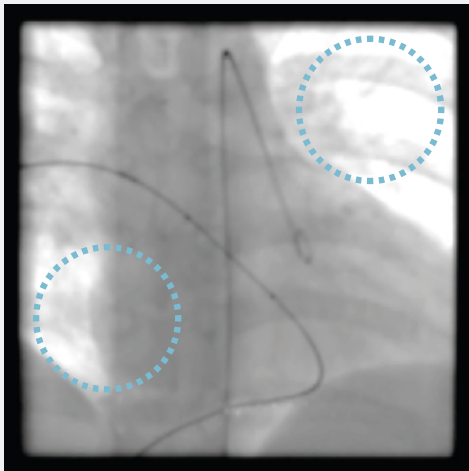
herhangi bir artefakt veya bulanıklık olmaksızın net bir şekilde görüntülenebiliyor.

CLEARcontrol: görüntünün tamamında optimum parlaklık, kontrast ve uzaysal çözünürlük

Yeni CLEARcontrol fonksiyonlu, histogram bazlı doz ölçüm alanı, görüntünün sadece belirli kısımlarını değil, tamamını kapsıyor. Bu sayede, radyasyona gereğinden fazla veya az maruz kalan alanların daha az sayıda olduğu, daha homojen görüntüler elde edilebiliyor (Şekil 12). Ayrıca ister çeperde isterse merkezde olsun, ilgi nesnesi her zaman doğru dozda elde edilmiş optimum bir görüntü kalitesiyle sahip oluyor.



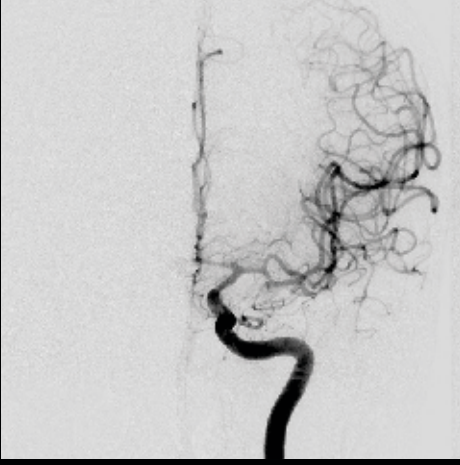
Şekil 11: CLEARvessel: CLEARmotion, hareket kaynaklı potansiyel artefakt ve bulanıklıkları azaltıyor.



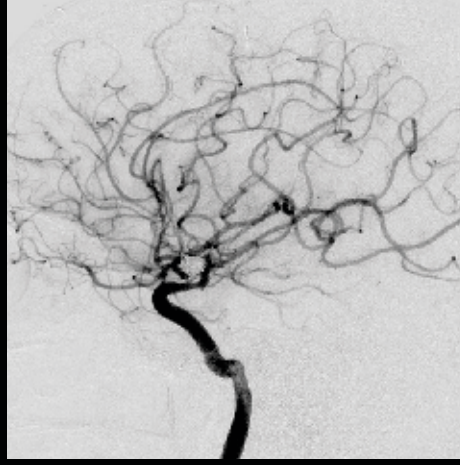
Şekil 12: CLEARcontrol, histogram bazlı, genişletilmiş doz ölçüm alanı sayesinde görüntünün tamamında penetrasyon, parlaklık ve kontrastı optimize ediyor.

Düşük dozda görüntü galerisi⁵

32 cm'lik görüş alanında 572 nGy/frame

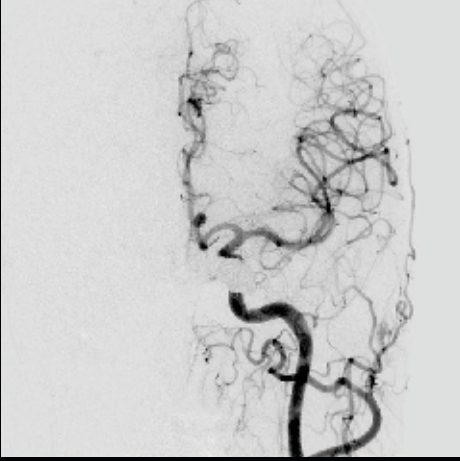


32 cm'lik görüş alanında 515 nGy/frame

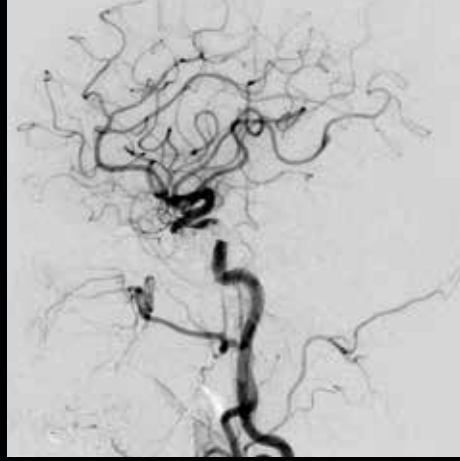


Tedaviden sonra anterior komünikan arter anevrizması. Kontrol amaçlı DSA (Dijital Subtraksiyonlu Anjiyografi) prosedürleri. Görüntüler, Michigan Üniversitesi Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis zee

32 cm'lik görüş alanında 580 nGy/frame

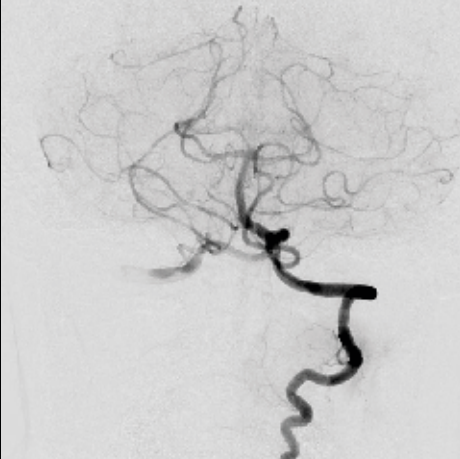


42 cm'lik görüş alanında 351 nGy/frame

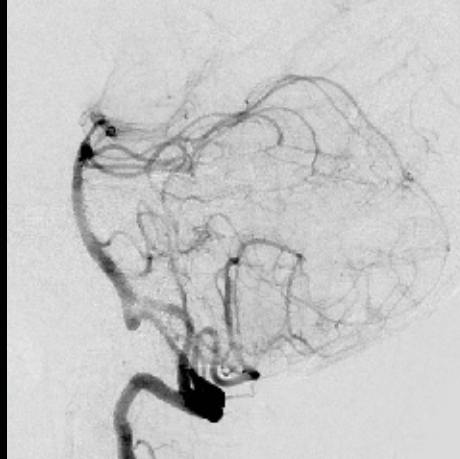


Tedaviden sonra kavernoöz karotis anevrizması. Coillenmiş anevrizmaya kontrol amaçlı DSA uygulandı. Görüntüler, Michigan Üniversitesi Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis zee

32 cm'lik görüş alanında 504 nGy/frame



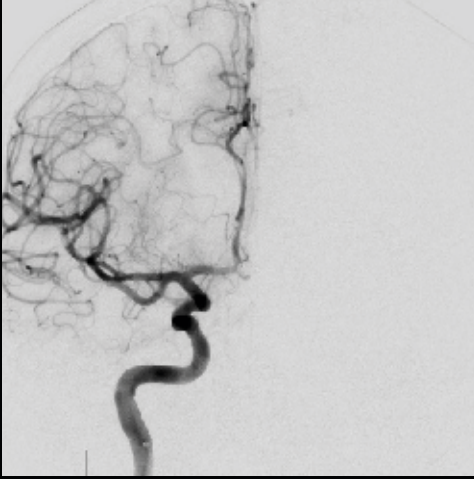
32 cm'lik görüş alanında 545 nGy/frame



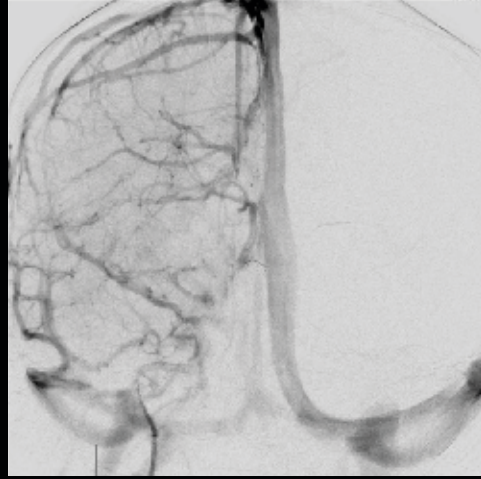
Towne grafisi ve lateral vertebral DSA, vertebral, baziler ve posterior serebral arterler. Görüntüler, Michigan Üniversitesi Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis zee

⁵Görüntü Galerisinde belirtilen doz değerleri, dedektör giriş dozu değerleridir.

340 nGy/frame @ 32 cm FoV

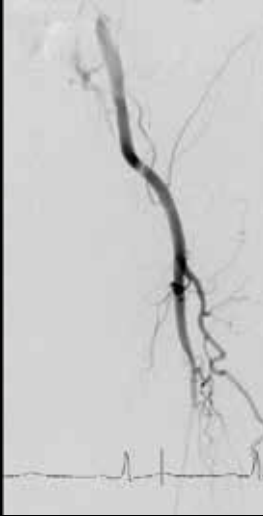


32 cm'lik görüş alanında 340 nGy/frame



Anterior komünikan arter anevrizmasının coillenmesinden sonra çekilen kontrol amaçlı DSA ile görüntülenen arteriyel ve venöz fazlar. Görüntüler, Magdeburg Üniversitesi'ne aittir. Sistem: Artis Q

48 cm'lik görüş alanında 425 nGy/frame



48 cm'lik görüş alanında 390 nGy/frame

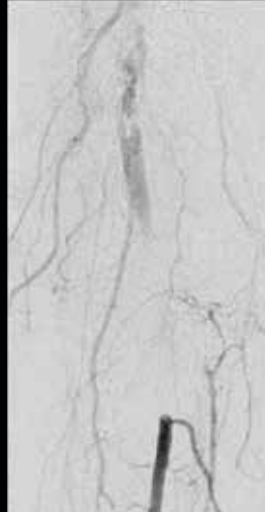


Sol dış iliak ve femoral DSA prosedürü ile görüntülenen sol süperfisyal femoral arterde oklüzyon. Görüntüler, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

32 cm'lik görüş alanında 534 nGy/frame



534 nGy/frame @ 32 cm FoV



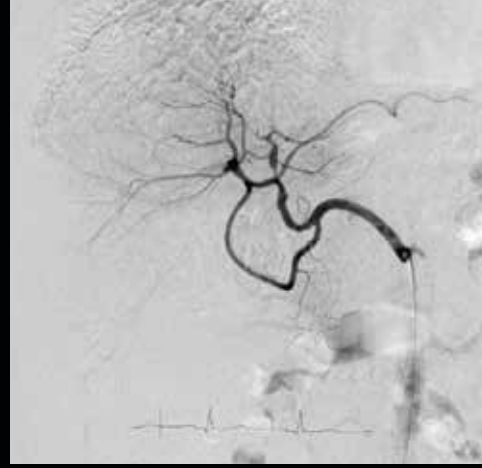
Dizardı atardamarı ve femoral arterin kollateraller ile doldurulması. Görüntüler, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

48 cm'lik görüş alanında 256 nGy/frame



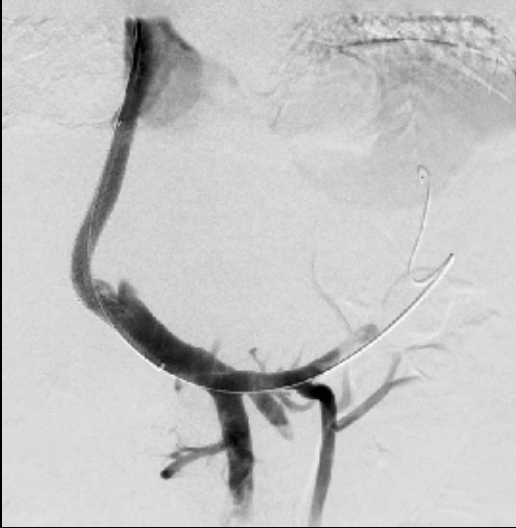
Superior mezenterik arterin DSA taraması.
Görüntü, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

42 cm'lik görüş alanında 247 nGy/frame



Ortak hepatik arterin DSA taraması.
Görüntü, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

48 cm'lik görüş alanında 370 nGy/frame



Başarılı bir TIPS (Transjüğüler İntrahepatik Portosistemik Şant) prosedürü sonrasında çekilen anteroposteriyor portogramda, stent ve katı toplardamarı görülüyor. Görüntü, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

340 nGy/frame @ 42 cm FoV



Embolizasyon öncesinde sol pulmoner arterin DSA görüntüsü.
Görüntü, St. James Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis zee

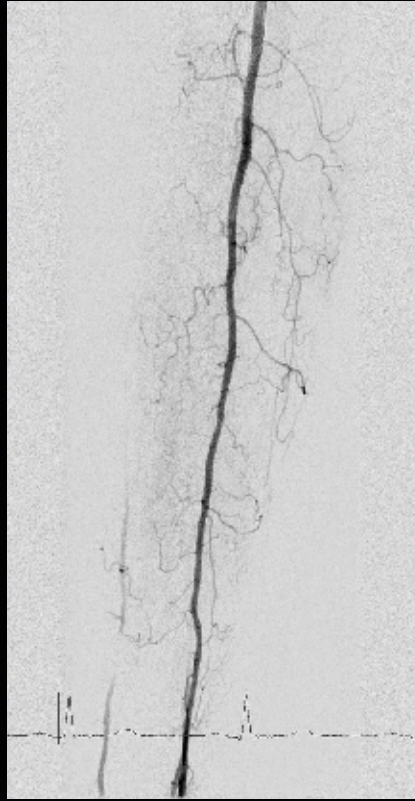
MHH = Hannover Tıp Fakültesi

42 cm'lik görüş alanında 368 nGy/frame



Femoral arterin DSA görüntüsü.
Görüntü, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

42 cm'lik görüş alanında 368 nGy/frame



Femoral ve popliteal arterlerin DSA görüntüsü.
Görüntü, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

42 cm'lik görüş alanında 400 nGy/frame



Diz altındaki arterlerin DSA görüntüsü.
Görüntü, MHH'ye aittir. Sistem: Artis Q

42 cm'lik görüş alanında yaklaşık 360 nGy/frame



Uterus fibroidlerinin embolizasyonu öncesinde iliak arterlerin DSA görüntüsü.
Görüntü, St. James Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis ze

42 cm'lik görüş alanında 350 nGy/frame



Sol renal arterin DSA görüntüsü.
Görüntü, St. James Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis zee

20 cm'lik görüş alanında 80 nGy/frame



Sol koroner arter.
Görüntü, Sunshine Coast Özel Üniversite Hastanesi'ne aittir. Sistem: Artis Q

20 cm'lik görüş alanında yaklaşık 80 nGy/frame



Sol koroner anjiyografisi.
Görüntü, Fränkische Schweiz Kliniğine aittir. Sistem: Artis zee

20 cm'lik görüş alanında yaklaşık 80 nGy/frame



Sağ koroner anjiyografisi.
Görüntü, Fränkische Schweiz Kliniğine aittir. Sistem: Artis zee

20 cm'lik görüş alanında yaklaşık 118 nGy/frame



Sol koroner arter
Görüntü, Darmstadt Kliniğine aittir. Sistem: Artis zee

20 cm'lik görüş alanında yaklaşık 112 nGy/frame



Sol koroner arter
Görüntü, Darmstadt Kliniğine aittir. Sistem: Artis zee

CARE+CLEAR destekli akıllı floroskopi

Floroskopi süresi, intermittent floroskopi ve son görüntü tutma (LIH) fonksiyonunun dengeli kullanımı ile minimize edilebiliyor. Floroskopi, sadece hareketleri gözlemek veya vücut içerisindeki cihazları yönlendirmek için gerekli. LIH görüntüleri ve floroskopi döngüleri, genelde intraprosedürel gözden geçirme için yeterli oluyor ve hastaların ilave radyasyona maruz kalmalarını önüyor (5).

Düşük dozlu floroskopi, floroskopi sırasında radyasyon dozunu düşürüyor. Artis sistemleri, farklı doz düzeylerini temsil eden farklı floroskopi konumları sunuyor. Farklı konumlar ("yüksek yoğunluklu floroskopi", "orta yoğunluklu floroskopi" ve "düşük yoğunluklu floroskopi") arasındaki geçiş, masa kenarından veya kontrol odasından gerçekleştirilebiliyor.

CAREfilter, floroskopi sırasında ışın sertleşmesi aracılığıyla radyasyon

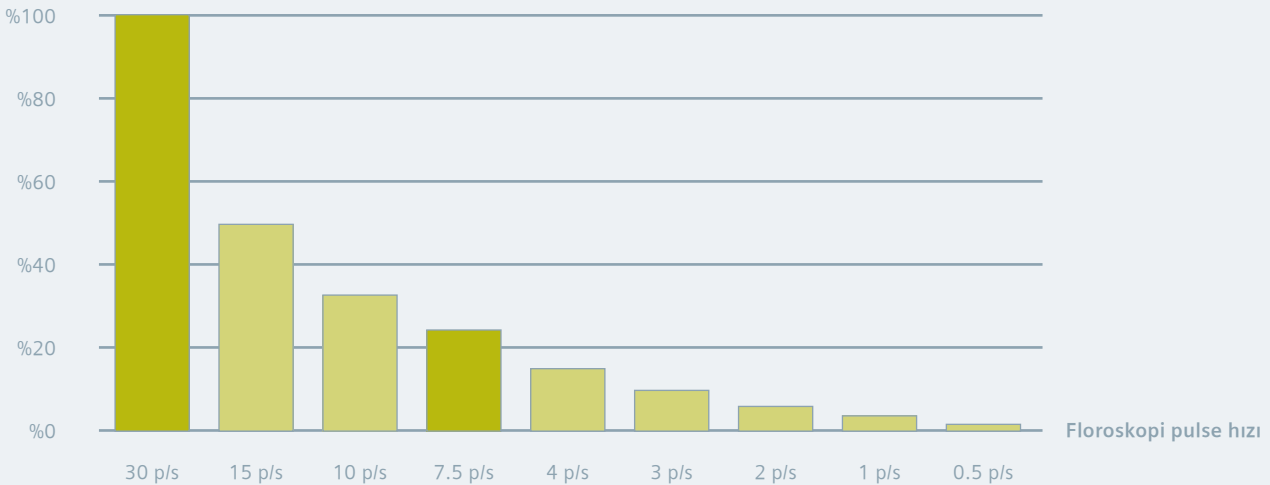
dozunun düşürülmesine katkıda bulunuyor.

CAREposition, radyasyon tatbik edilen alanı, son görüntü tutma fonksiyonu temelinde, monitördeki mevcut görüntüde grafiksel olarak gösteriyor. Hasta masası yatay olarak kaydıgında, yeni görüş alanının merkezi, mevcut görüntüde gösteriliyor. Bu sayede görüş alanı, floroskopi aracılığıyla ilave radyasyon tatbik edilmeksizin yeniden konumlandırılabilir.

CAREprofile, ilave radyasyona gerek duyulmaksızın kolimatörler ve yarı saydam kama filtrelerinin konumlandırılmasını sağlıyor. Kullanıcı, kolimatör kanatlarını hareket ettirdiğinde kanatların gerçek konumu, genelde bir önceki tarama prosedürünün en son görüntüsü olan, önceden çekilmiş görüntüde grafiksel ve temsili olarak gösteriliyor. Bu durum, kullanıcının ilave radyasyon tatbik etmeksizin filtreleri istediği pozisyona

Pulse hızının hasta giriş dozu üzerindeki etkisi

Hasta giriş dozu



Şekil 13: CAREvision, farklı floroskopi pulse hızları sunuyor. Artis sisteminin pulse frekansı, klinik ihtiyaçlara göre ayarlanabiliyor: saniyede 30 pulse ile saniyede 0,5 pulse arasında (çok sayıda adım içerisinde). Bu, hastaya tatbik edilen radyasyon dozunu azaltmanın en kolay yolu. Örneğin, pulse hızı 70 kV gerilimde 30 pulse/saniyeden 7,5 pulse/saniyeye düşürüldüğünde, radyasyon dozu %75 azalıyor⁶.

⁶ Ürün dozunun düşürülmesi Artis Q/Q.zen sistemi için geçerlidir



Şekil 14: Elde edilen görüntü kalitesi, insan yapımı görüntüleme sisteminin, kısmi olarak her zaman geçmiş çekimlere ait frame'leri dikkate aldığı gerçeğini gösteriyor. Bu durum, mevcut frame (n) ile geçmiş frame'ler (n-1, n-2 vb.) arasındaki geçici ilişkiyi gösteren üst kısımda ortaya koyuluyor. CLEAR teknolojiyi CAREvision fonksiyonu, düşük pulse hızında dahi, pulse başına düşen dozu artırmaksızın görüntü kalitesini sabit tutuyor.

getirmesini sağlıyor. Bu ayarlamalar, daha sonra, bir sonraki tarama prosedürüne uyarlanıyor. Bu fonksiyon olmasa kullanıcılar, kolimatörleri ayarlamak için floroskopi prosedürünün işletmek zorunda kalıyor.

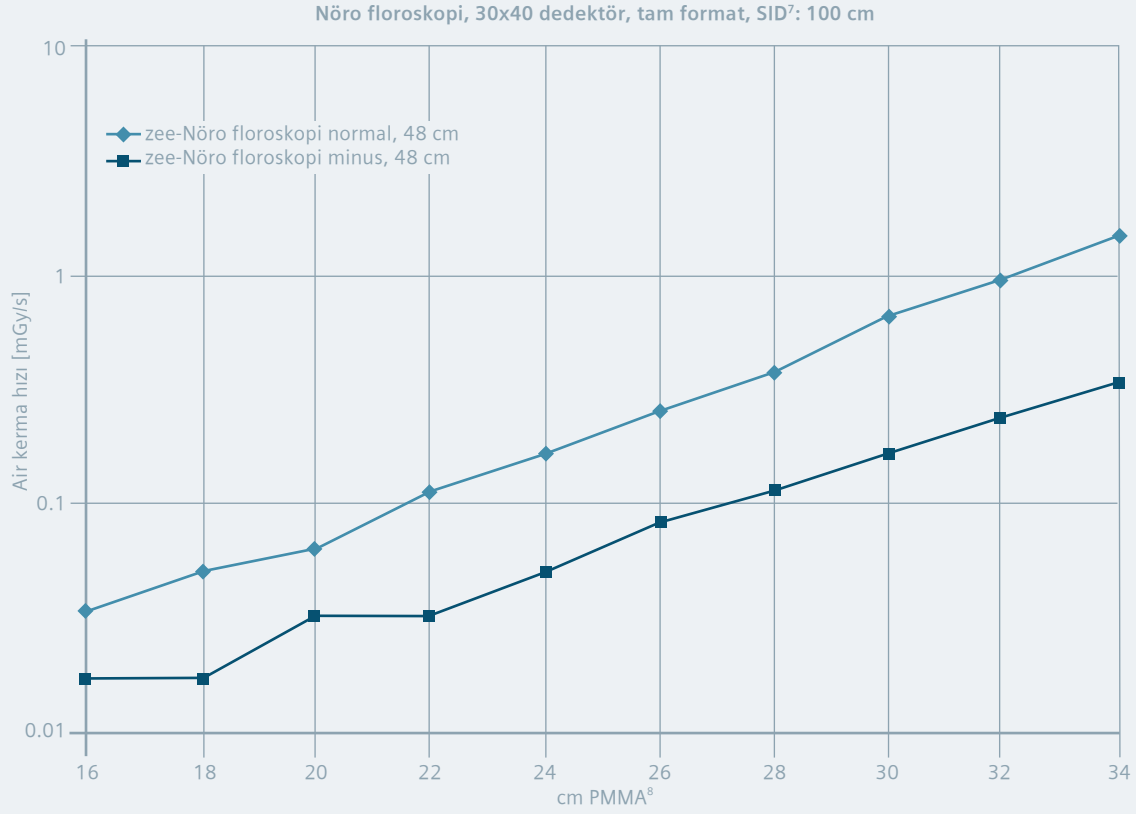
CAREvision, pulse'lı floroskopi tekniğini kullanarak, hastalara tatbik edilen radyasyon dozunun düşük düzeyde sabit tutulması açısından en büyük potansiyeli sunuyor (5). Siemens sistemleri saniyede 0,5 ile 30 arasında değişen pulse hızları sunuyor ve pulse başına düşen doz, pulse hızı düşürüldüğünde değişmiyor (Şekil 13 ve 14). Artis sistemlerinde farklı pulse hızlarının küçük adımlarla değiştirilebilmesi, kullanım esnekliğini

artırıyor, aynı zamanda da gereksiz doz artışlarının önüne geçiyor. Örneğin, PCI (perkütan koroner müdahaleler) ve stentleme için 7,5 pulse/saniye yeterli iken, kullanıcı pulse hızını artırmaya karar verdiğinde doğrudan 15 pulse/saniye yerine 10 pulse/saniyeye çıkarabiliyor.

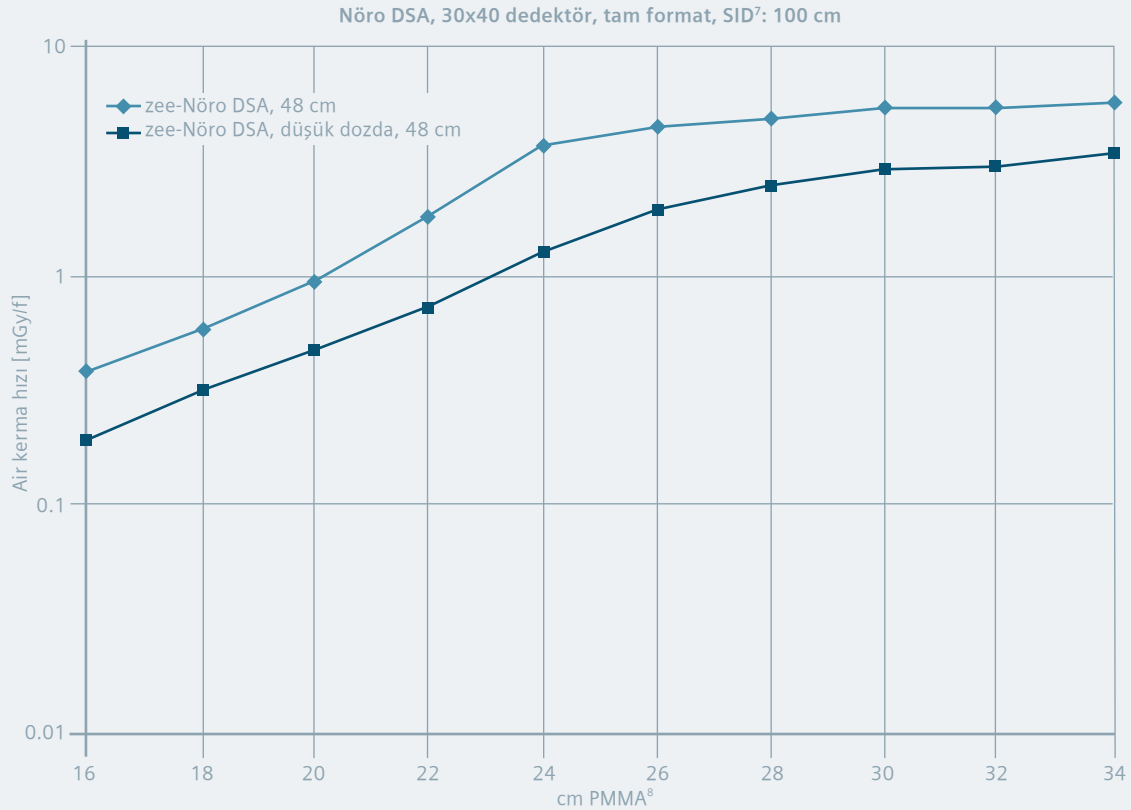
CARE+CLEAR, her Artis sisteminde standart

CARE+CLEAR özellikleri, kullanıcıların tüm klinik alanlarda düşük dozlu görüntüleme yapmalarını ve tanısal açıdan güvenilir bir görüntü kalitesi elde etmelerini sağlıyor. İlerleyen sayfalarda yer alan grafikler (Şekiller 15, 16, 17 ve 18), gelişmiş radyasyon kontrolü ve otomatik bakır filtre özelliği ile birlikte,

düşük dozlu standart organ protokolleri kullanılırken kardiyak ve nörolojik anjiyografi ve floroskopi prosedürlerinde mümkün olan önemli miktardaki doz düşürme potansiyelini gösteriyor. Farklı vücut kalınlıklarını temsil eden PMMA (polimetilmetakrilat) fantomları ile birlikte, hasta giriş dozunu gösteren ölçümler de gerçekleştirildi.



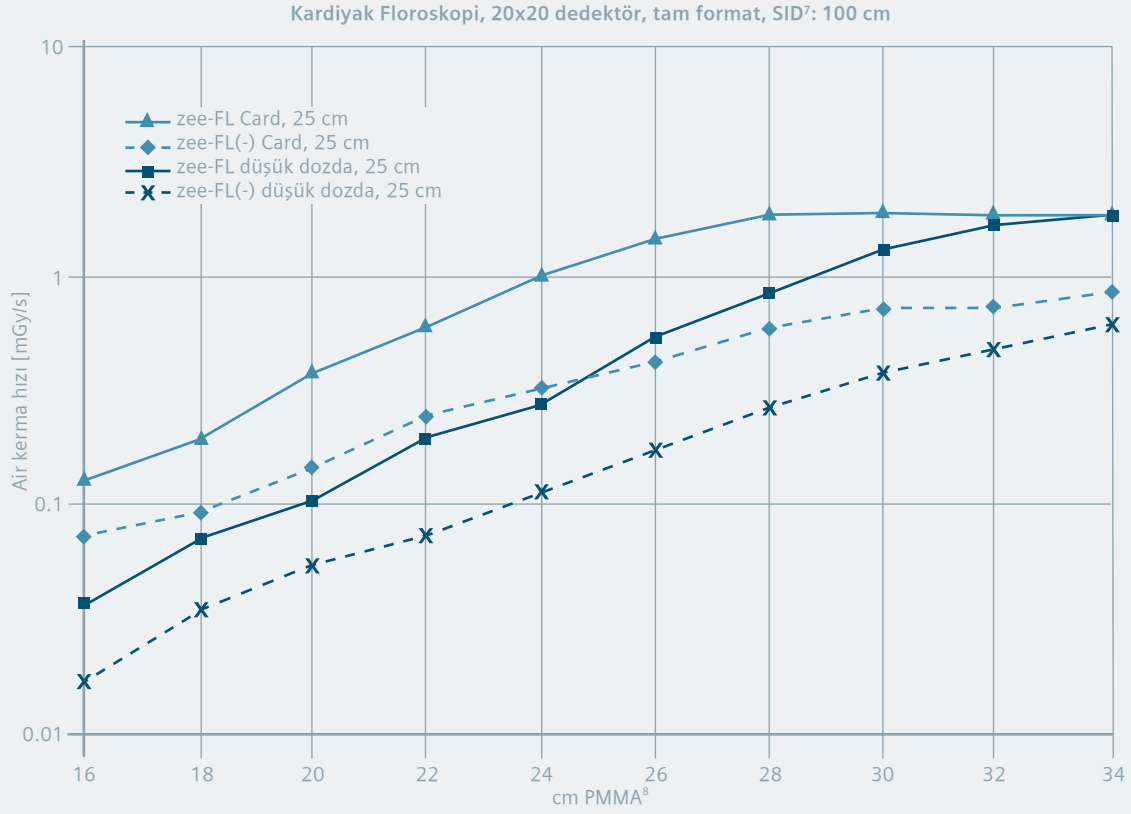
Şekil 15: Nöro Floroskopi, Artis zee 30x40 100 cm'lik bir SID ve 48 cm'lik tam dedektör formatında ölçümlenmiş, Girişimsel referans noktasında Nöro Floroskopi air kerma hızı karşılaştırması. Ölçümler, otomatik bakır ön filtrasonlu standart Siemens organ programlarına dayalıdır.



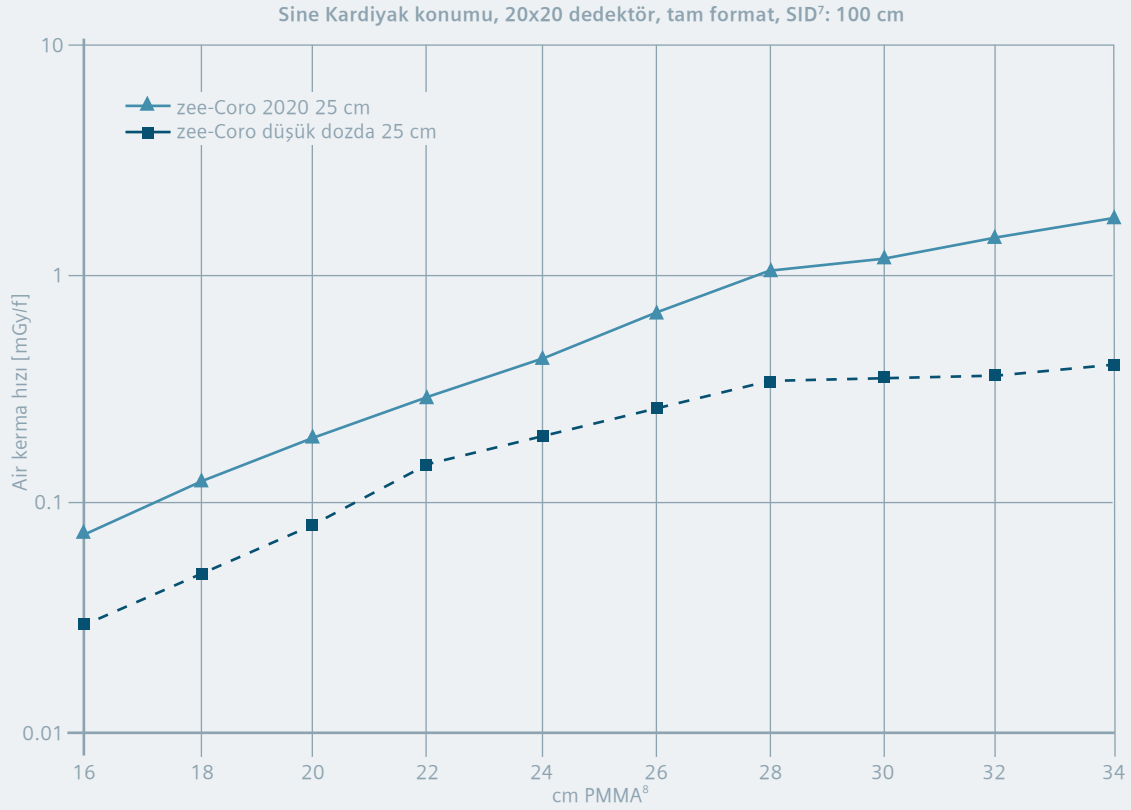
Şekil 16: Nöro DSA, Artis zee 30x40 100 cm'lik bir SID ve 48 cm'lik tam dedektör formatında ölçümlenmiş, Girişimsel referans noktasında, Nöro DSA air kerma hızı karşılaştırması. Ölçümler, otomatik bakır ön filtrasonlu standart Siemens organ programlarına dayalıdır.

⁷ SID = kaynak-görüntü arasındaki mesafe

⁸ Polimetilmetakrilat



Şekil 17: Kardiyak Floroskopi, Artis zee 20x42, 100 cm'lik bir SID ve 25 cm'lik tam dedektör formatında ölçümlenmiş Girişimsel referans noktasında Kardiyak Floroskopi air kerma hızı karşılaştırması. Ölçümler, otomatik bakır ön filtrasonlu standart Siemens organ programlarına dayalıdır.



Şekil 18: Sine Kardiyak konumu – Artis zee 20x20, 100 cm'lik bir SID ve 25 cm'lik tam dedektör formatında ölçümlenmiş Girişimsel referans noktasında Sine Kardiyak konumu air kerma hızı karşılaştırması. Ölçümler, otomatik bakır ön filtrasonlu standart Siemens organ programlarına dayalıdır.

⁷ SID = kaynak-görüntü arasındaki mesafe

⁸ Polimetilmetakrilat

Doz izleme ve raporlama

Doz izleme

Hasta dozunun izlenmesi, tatbik edilen radyasyonu kontrol etmenin diğer bir unsuru. Artis sistemleri, hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozunun çeşitli şekillerde takibi için donatılmış bulunuyor. Hastanın taranması sırasında doz değerleri, görüntü monitörlerinde gösteriliyor ve ayrıca işlem ve kontrol odalarından takip edilebiliyor. Radyasyon devre dışı iken monitörde doz-alan çarpımı (DAP) ve

girişimsel referans noktasında (IRP) birikimli doz miktarı gösteriliyor. Radyasyon devrede iken monitörde DAP (Şekil 19) ve IRP'deki doz hızı gösteriliyor.

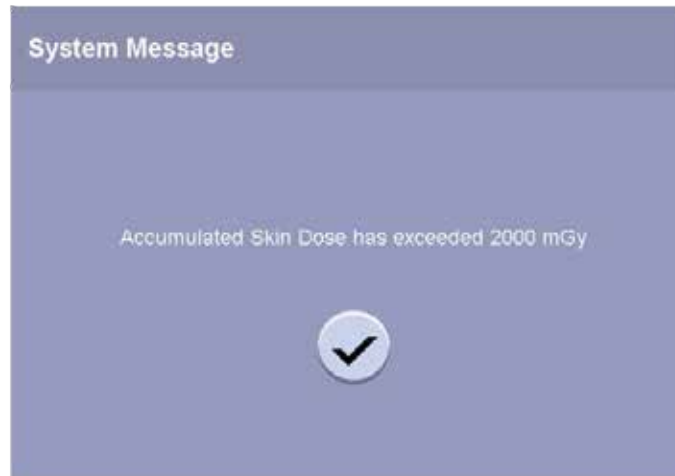
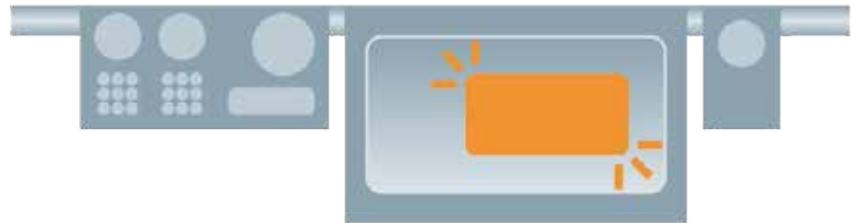
Raporlama

İşlem sonrasında her bir çekimde elde edilen doz bilgilerini içeren görüntüler ile birlikte ilgili işlem protokolü kaydediliyor. Protokol sonunda doz bilgileri listeleniyor: radyasyon tatbiki adedi, toplam floroskopi süresi, toplam doz-alan çarpımı ve IRP'de toplam doz. Bu değerler, her bir düzlem için ayrı ayrı veriliyor.

İşlem protokolü, herhangi bir PACS sistemine aktarılabilir ve görüntü olarak çıktısı alınabilir. Protokol ayrıca, ileri düzey değerlendirmeler için DICOM formatlı bir rapor olarak kaydedilip gönderilebilir. CAREreport, hastalara ait tüm demografik özellikler ile prosedür, X-ray ve doz bilgilerini içeriyor. Bu bilgiler, doz analizi gibi ileri görüntü işleme prosedürleri için filtrelenilebilir.

mGy	A: 123	Pedala basılmadığında monitörde görülen ekran: Doz = 123 mGy DAP = 567,8 $\mu\text{Gy m}^2$
$\mu\text{Gy m}^2$	A: 567.8	
mGy/dak.	A: 321	Pedala basıldığında monitörde görülen ekran: Doz = 321 mGy/min DAP = 567,8 $\mu\text{Gy m}^2$
$\mu\text{Gy m}^2$	A: 567.8	

Şekil 19: Monitörlerde görülen doz ekranı

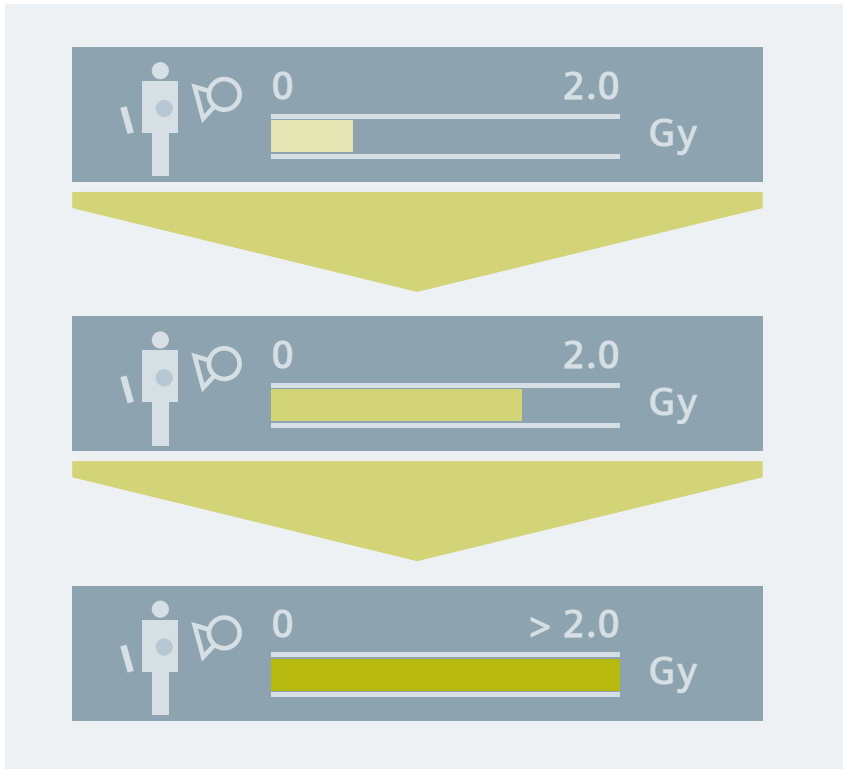


Şekil 20: CAREguard

Sonuç

Siemens, 1994 yılından beri öncelikli konu olarak ele aldığı düşük dozlu görüntüleme alanında öncü hale geldi. Son 10 yılda, düşük dozlu görüntüleme için gerekli olan dedektör giriş dozu, %85'e varan oranlarda düşürüldü. Bu belgede, Artis sistemlerine ait, radyasyon dozunu ultra düşük seviyelere çeken ve bu sayede endüstri standartlarına öncülük eden bazı kilit teknolojiler anlatıldı: CARE destekli Gelişmiş Radyasyon Kontrolü (AEC), son teknoloji ürünü, gerçek zamanlı görüntü işleme (CLEAR) ve doz düşürme özellikleri (CARE), yeni ve gelişmiş floroskopi teknikleri ve doz izleme. İşlem sırasında dinamik bir şekilde beş farklı parametreyi otomatik olarak ayarlayabilen AEC destekli Artis sistemleri net bir avantaja sahip. Özellikle de, işlem sırasında, hastanın vücut kalınlığı temelinde, herhangi bir projeksiyonun açısındaki değişikliklere kolaylıkla adapte olabilen CAREfilter, hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunun düşürülmesinde önemli bir etkiye sahip. Günümüzde artık, 42 cm'lik bir görüş alanında ve yaklaşık 300

nGy/frame'lik dedektör giriş dozunda baş DSA taraması yapmak mümkün. Bu kadar düşük doz düzeyinde çekilen görüntüler, daha sonra girişimsel prosedürlerde ALARA prensibini daha güçlü bir şekilde desteklemek üzere CLEAR gerçek zamanlı görüntü işleme algoritmaları ile iyileştiriliyor. Bu belgede belirtilen doz düşürme ve görüntü işleme teknikleri, tüm Artis sistemlerinde mevcut olan CARE+CLEAR paketine ücretsiz olarak dahil ediliyor.



Şekil 21: CAREmonitor, ciltte biriken radyasyon miktarını gerçek zamanlı olarak gösteriyor.

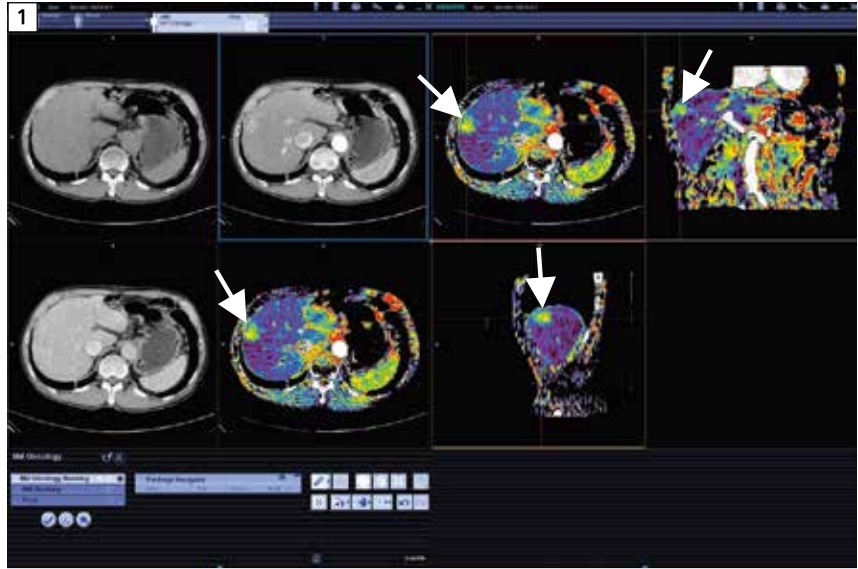
Hepatik AEF (Arteriyel Kontrastlanma Fraksiyonu) ile kanser teşhisinde yeni fırsatlar

Jochen Dormeier, MD, Bilgisayarlı Tomografi, Siemens Sağlık Sektörü, Forchheim, Almanya

Hepatoselüler karsinom (HCC) hipervasküler bir tümör olarak tanımlanıyor, yani yüksek oranda arteriyel yol ile besleniyor. syngo.CT Onco Function Hepatic AEF isimli yeni onkoloji yazılımı, sağlıklı dokuları tümörlü dokulardan ayırmada doktorlara yardımcı olmak için karaciğerin Arteriyel Kontrastlanma Fraksiyonunu (AEF) kullanıyor. Çeşitli bilimsel çalışmalarda [1, 2, 3], çok farklı klinik sorunlarda yararlanılabilecek gelişmiş teşhis faydalarını tanımlamak üzere, bu yeni yazılım aracılığıyla ek ölçümleme ve haritalama teknikleri kullanıldı. Söz konusu klinik sorunlardan bazıları şöyle sıralanabilir:

- Şüpheli HCC veya karaciğer metastazlarına birincil teşhis
- Onkolojik tedavi sırasında veya sonrasında hastaların takibi
- Tümörün nüksedip nüksetmediğinin erken teşhisi (örneğin, RF ablasyonunu takiben)

AEF, arteriyel perfüzyonun karaciğerdeki toplam perfüzyona olan oranını yansıtıyor. Yeni yazılım, çok fazlı bir abdominal BT uygulamasının görüntüsü iyileştirilmemiş, arteriyel ve portal venöz taramalarını otomatik olarak kayıt altına alıyor ve daha sonra AEF veri setini hesaplıyor. Sonuçlar, hepatic arteriyel perfüzyonun toplam perfüzyona olan oranını dolaylı olarak gösteren, renk kodlu bir AEF haritası olarak sunuluyor. AEF veri seti, abdominal BT taramasının periyodik fazları ile birlikte, özel olarak uyarlanan bir ekran düzeni içerisinde görüntüleniyor. Tüm fazlar ve AEF haritalama boyunca sunulan senkronize navigasyon olanağı, radyologların tüm segmentlerdeki şüpheli bulguları hızla birbirleriyle kıyaslamalarını sağlıyor.



1 Görüntüsü iyileştirilmiş renk-kodlu Arteriyel Kontrastlanma Fraksiyonu (AEF) görüntüleri, iyileştirilmemiş (sol üst), arteriyel (sağ üst) ve portal venöz (sol alt) abdominal fazlar baz alınarak hesaplandı. Segment 8'de HCC lezyonu net olarak görülüyor (oklar ile gösterilen). Görüntü için Ulusal Seul Üniversitesi Hastanesi'ne (Seul, Kore Cumhuriyeti) teşekkür ederiz.

Görsel kıyaslamaya ek olarak serbestçe tanımlanabilir ilgi alanları içerisinde kesin AEF değerleri ölçümlenebiliyor. Bu sayede, örneğin BT yönlendirmeli biyopsilerde patolojik bölgeler verimli bir şekilde teşhis ve tespit edilebiliyor. Geçmişe dönük yapılan bir çalışmada, HCC teşhis oranında %17'lik bir artış olduğu belirtiliyor. [1].

Referanslar

- 1 Kim KW, Lee JM, Klotz E, Park HS, Lee DH, Kim JY, Kim SJ, Kim SH, Lee JY, Han JK, Choi BI. 1 Quantitative CT color mapping of the arterial enhancement fraction of the liver to detect hepatocellular carcinoma. Radiology 2009; 250:425-434
- 2 Joo I, Lee JM, Kim KW, Klotz E, Han JK, Choi BI. Liver metastases on quantitative color mapping of the arterial enhancement fraction from multiphase CT scans: Evaluation of the hemodynamic features and correlation with the chemotherapy response. Eur J Radiol 2011; 80:278-283
- 3 Mahnken AH, Klotz E, Schreiber S, Bruners P, Isfort P, Günther RW, Wildberger JE. Volumetric arterial enhancement fraction predicts tumor recurrence after hepatic radiofrequency ablation of liver metastases: initial results. Am J Roentgenol. 2011; 196:573-9

En zorlu gereksinimleri bile karşılayacak şekilde tasarlandı: Mobil C-kollu Cios Alpha

Cerrahlar, tüm durumlar ve tüm hastalar için, cerrahi müdahaleler sırasında yüksek çözünürlüklü ve dinamik görüntülerden giderek daha yoğun bir şekilde yararlanıyor. Siemens tarafından geliştirilen mobil C-kollu Cios Alpha, bu açıdan yeni standartlar ortaya koyuyor. Almanya'daki Hamburg-Eppendorf Üniversite Hastanesi'nde Vasküler Tıp Kliniği ve Polikliniği Direktörü ve aynı zamanda Alman Vasküler Tıp ve Vasküler Cerrahi Derneği Başkanı Prof. Dr. Eike Sebastian Debus, Cios Alpha sistemini yoğun testlere tabi tuttu ve elde edilen deneyimler, özellikle de aortik anevrizmaların tedavisinde edinilen deneyimler ile ilgili raporlar hazırladı.

Metin: Matthias Manych Fotoğraflar: Sven Doering



Cios Alpha: Gelişmiş endovasküler cerrahide flat panel dedektörlü ve mobil C-kollu görüntüleme

Prof. Dr. Eike Sebastian Debus, University Hospital Hamburg-Eppendorf Üniversite Hastanesi, Almanya



Minimal invazif cerrahi, minyatürizasyon ve demografik değişim gibi moda ifadeler, ameliyat odalarında kullanılan görüntüleme teknolojilerine yönelik artan talebin birer göstergesi. 90'lı yıllarda stent teknolojilerinin gelişimi, vasküler cerrahi prosedürlerinin invazif özelliklerini ve komplikasyon oranlarını büyük oranda düşürdü. İmplantlar ve cihazlar, eş zamanlı olarak küçülüyor. Profesör Debus, bu konuda şunları ifade ediyor: "Günümüzde sahip olduğumuz gelişmiş teknik cihaz ve ekipmanlar,

geçmiş istatistiklerin aksine, vasküler cerrahların, hastaların maksimum %60'ında açık operasyon gerçekleştirmelerini, hastaların en az %40'ını stent teknolojileri ile tedavi etmelerini sağlıyor. %40'lık bu oran, aortik cerrahi gibi özel alanlarda daha da yükseliyor." Vasküler morbidite yaşa paralel olarak arttıkça, vasküler hastalığı olan ve tedavi edilmesi gereken kişilerin oranı da artıyor. Modern cerrahinin sunduğu seçenekler, milimetrik yapıların ve güç rezervlerinin geliştirilmesini ve X-ray sistemlerinin esnek ve sezgisel

"Cios Alpha, bildiğim kadarıyla, tüm gereksinimleri karşılayan ilk mobil C-kollu sistem."

Prof. Debus, Vasküler Tıp Kliniği ve Polikliniği Direktörü, Hamburg-Eppendorf Üniversite Hastanesi, Almanya



Her milimetre önemli – modern vasküler cerrahi, yüksek performanslı intraoperatif görüntüleme gerektiriyor.

bir şekilde kullanılabilmesini gerektiriyor.

Daire yerine kare: daha fazla detay, daha geniş görüş açısı, daha az risk

Görüntü yoğunlaştırıcılar temelde uzaysal çözünürlük, görüntü kapsama, distorsiyonlar ve geri skala çözünürlüğüne (dinamikler) ilişkin kısıtlamalara tabi oluyor. Siemens tarafından geliştirilen mobil C-kollu Cios Alpha sisteminin öne çıkan bir özelliği de daire şeklindeki görüntü yoğunlaştırıcının yerini alan flat panel dedektördür (daire yerine kare). Bu teknoloji, endovasküler aort tamiri (EVAR) için gerekli detayların görüntülenmesini sağlıyor. Anevrizmaları önleyecek şekilde tasarlanan stentin milimetrik hassasiyetle konumlandırılması ve herhangi bir renal veya iliak arterdeki kan akışını kesinlikle engellememesi gerekiyor.

Cios Alpha sisteminin 30x30 cm'lik flat panel dedektörü (FD), tüm görüş alanından (FOV) distorsiyonsuz görüntüler çekiyor ve yüzde 25 daha fazla görüntü kapsamı sunuyor. Debus, bu rakamların uygulamadaki önemini şöyle açıklıyor: "Yüzde 25 daha geniş kapsama alanı, ileriye doğru atılmış devasa bir adım. İntraoperatif görüntüleri, özellikle de aort üzerinde yapılan prosedürler sırasında doğru değerlendirebilmek açısından, mümkün olabildiğince geniş bir görüş alanına sahip olmak önemli." FD teknolojisi, aortun ilgili bölümüne ek olarak çevredeki yapılara dair de daha fazla görüntü çekiyor. EVAR prosedürü sırasında Debus ve ekibi artık, tatbik ettikleri kontrast maddenin aynı görüş alanında aorttan kollara ayrılan renal arterlerde nasıl dağıldığını gözlemleyebiliyor ve o noktada herhangi bir emboli veya trombüs olup olmadığını kontrol edebiliyor.

Flat dedektör, böbrek hastalığı nedeniyle kontrast maddeyi tolere edemeyen hastalar için özellikle avantajlı oluyor. Dedektörün yüksek görüntü çözünürlüğü, bu hastalarda kontrast madde yerine karbon dioksit kullanılmasına imkan veriyor.

Uzun prosedürler için enerji kaynağı

Prof. Debus, geçmişte kullanılan C-kollarının bazen uzun operasyonlar sırasında kapasitelerinin zorladığını ve bu durumun birkaç saat sürecekt müdahalelerle ilgili karar aşamasında önemli zorluklardan birini teşkil ettiğini belirtiyor: "Eski nesil C-kollarındaki tüpler belirli bir süre sonra aşırı ısındı ve cihaz, soğuyabilmek için otomatik olarak kendini kapattı. Ameliyata devam edebilmek için bir süre beklemek zorunda kaldık. Bu, ciddi bir problemdi." Bu durum, obez hastalar için daha da önemliydi çünkü obez hastalarda, aortik bir anevrizmayı

onarmak için tatbik edilen minimal invazif bir müdahaleye, açık bir cerrahi operasyon olarak devam edilirdi. Şimdi ise 25 KW'lık bir jeneratör, kısa sürede maksimum performans gerektiren anatomik bir bölgeye müdahale için gerekli gücü sağlarken, aktif soğutma sistemi sayesinde de uzun süren prosedürler sırasında meydana gelen aşırı ısınma durumu ve görüntü kalitesindeki bozulma geçmişte kaldı. Ayrıca, jeneratör ve dedektör arasındaki mesafe 85 santimetreye çıkarıldı. Böylece, ameliyat masası üzerindeki geniş alan cerrahi ekipmanlar ve uygulamalar için kullanılabilir.

Operabilite – Önemli bir sıçrama

Cios Alpha, intraoperatif görüntüleme için gerekli olan unsurların birçoğunu ortadan kaldıran ek teknolojileri entegre ediyor. Cerrahi durumlarda ortaya çıkan bir sorun da sürekli gidip gelen personelin yeterince bilgilendirilmemesi, diğer bir deyişle ameliyatı yapan cerrahın komutlarının hatalı anlaşılması. Prof. Debus, yaşadığı deneyimlerden, “bu durumun her zaman cerrahın ameliyata ara vermesine yol açtığını” biliyor. İşte bu nedenle, Prof. Debus, operatörlerin gerekli tüm prosedürleri tamamen bağımsız bir şekilde ve steril bir alanda programlayıp kontrol edebilmelerini sağlayarak tıp alanında önemli bir sıçrama gerçekleştiren Cios Alpha'nın kolay kullanımına dikkat çekiyor. Prof. Debus, cihazı pedal vasıtasıyla çalıştırıyor, ameliyat masasına monte edilmiş dokunmatik bir ekran üzerinden komple kontrol ediyor ve flat dedektör kasasına entegre edilmiş elektromanyetik fren kontrol sistemini kullanarak C-kolunu konumlandırıyor. Ayrıca, tek dokunmayla konumlandırma fonksiyonu, kullanıcıların özel C-kolu projeksiyonlarını kaydetmelerine ve daha sonra yine tek bir butona basarak görüntüyü aynı şekilde geri getirmelerine imkan veriyor. Prof. Debus, bu avantajı şöyle açıklıyor: “Bu, özellikle, aorttan farklı açılarda dallanabilen renal arterlerin değerlendirilmesi söz konusu olduğunda, önemli bir avantaj

sağlıyor.” Bu özellik, hiç şüphesiz, iş akışlarının iyileştirilmesine katkıda bulunuyor.

En ince anatomik yapılar üzerinde gerçekleştirilen karmaşık müdahalelerde dahi mükemmel sonuçlar sağlamak üzere çalışmaların yapıldığı tıp ve tıbbi mühendislik alanlarında son dönemde elde edilen başarılar, intraoperatif görüntüleme alanındaki zorlukların aşılmasını sağlıyor. Prof. Debus, mobil C-kolunun test aşamasında yaşanan deneyimleri şöyle özetliyor: “Cios Alpha, bildiğim kadarıyla, tüm gereksinimleri karşılayan ilk mobil C-kollu sistem.”

Matthias Manych, biyolog ve aynı zamanda tıp alanında uzmanlaşmış, serbest bir bilim yazarı, editör ve gazetecidir. Çalışmaları, özel dergilerde, çeşitli gazetelerde ve internette yayınlanmaktadır.

➔ www.siemens.com/cios-alpha



Prof. Debus, flat dedektör kasasına entegre edilmiş elektromanyetik fren kontrol sistemini kullanarak C-kolunu ayarlıyor

Kısaca aortik hastalıklar

Profesör Debus, kimler özellikle risk altındadır?

Debus: Yaşlı erkeklerden oluşan, açıkça tanımlanmış bir risk grubu söz konusu. 60 yaş ve üzerinde insidans oranı ciddi bir şekilde artıyor. Sigara kullananlar, yüksek tansiyon hastaları ve kalıtsal olarak yatkınlığı olan kişiler de risk altında bulunuyor.

Taramaların hastalığın önlenmesi açısından bir etkisi var mı?

Debus: Evet. Bu alanın uzmanları, kalıtsal yatkınlığı olan veya sigara kullanan 65 yaş ve üzeri erkekler ile 55 yaş ve üzeri kadınları sistematik olarak taramamız halinde, Almanya'da aort rüptürü sorunu yaşayan acil vakaların sayısının azalacağı sonucuna vardılar. Ayrıca bu durumda tedavi masrafları azalacak ve mortalite oranı büyük oranda düşecektir. Bu tarz bir tarama programının halihazırda uygulandığı ülkelerde yapılan çalışmalara göre, tarama işlemi aslında acil cerrahi müdahalelerin yaklaşık yüzde 50'sini gereksiz hale getiriyor.

Endovasküler terapinin başarısı için nelere ihtiyaç var?

Debus: Bu müdahaleleri tam anestezi ile gerçekleştirmeyi tercih eden merkezlerden biriyiz, çünkü stentleri milimetrelilik hassasiyetle yerleştirmeye gayret ediyoruz. Bu, son derece önemli çünkü stentlerin damarların içinde doğru konumlandırılması, protezlerin uzun vadede güvenilir ve kalıcı olmasını sağlıyor. Yapılacak cerrahi müdahale, en ince detayları dahi gösterebilen, son teknoloji bir X-ray sistemini gerekli kılıyor. Cios Alpha sistemi, ayrıca, kontrast madde miktarını azaltmamıza yardımcı olan bazı teknik fonksiyonlar da içeriyor. Bu sistem sayesinde bir dizi anjiyografi görüntüsünü kaydedebiliyor, bunları kısmen çıkarılmış görüntüler olarak alabiliyor, ekranda tekrar görüntüleyebiliyor ve stentleri milimetrelilik hassasiyetle konumlandırmak için kullanabiliyoruz.



“İntraoperatif görüntüleri doğru değerlendirebilmek açısından mümkün olduğunca geniş bir görüş alanına sahip olmak önemli.”

Prof. Debus, Vasküler Tıp Kliniği ve Polikliniği Direktörü, Hamburg-Eppendorf Üniversite Hastanesi, Almanya



Prof. Eike Sebastian Debus

Profesör Debus, Almanya'da Hamburg-Eppendorf Üniversite Hastanesi'nde Vasküler Tıp Bölümü'nü 2009 yılında kurup günümüze kadar getirmeden önce, Hamburg'da bir eğitim hastanesinde Cerrahi Şefi olarak görev yapıyordu. Aynı zamanda Alman Vasküler Tıp ve Vasküler Cerrahi Derneği'nin Başkanı olan Prof. Debus, ilk aortik stentini 1996 yılında taktı. Vasküler cerrahi alanında uzmanlaşmış olmasına rağmen Prof. Debus ve arkadaşları, tüm damar, organ ve sistemleri, teşhisten girişimsel ve muhafazakar tedavilere ve fiziksel tedavilere kadar uzanan geniş bir yelpazede kapsamlı değerlendirmelere tabi tutuyor. Prof. Debus'un direktörlüğünü yaptığı klinikte vasküler sistem üzerine her yıl 2.500 operasyon gerçekleştiriliyor. Bu operasyonlardan 200-250 tanesi aortik prosedürler oluyor ve bunların da yüzde 75'inde stent tedavisi uygulanıyor.

Vaka incelemesi:

B tipi aortik diseksiyon müdahalede C-kollu Cios Alpha sistemiyle TEVA

Durum: Aortik diseksiyon, vasküler duvarın en iç katmanındaki (tunica intima) bir yırtık (giriş) ile meydana geliyor; tunica media'ya doğru olan kan akışı, iç ve dış vasküler duvarlar arasındaki alanı (tunica adventitia) ikiye bölüyor. Böyle bir durumda tunica media'da, genel kabul gören adıyla hatalı bir lümen oluşuyor ve bu hatalı lümen, gerçek lümeni yerinden çıkarıyor veya onun yerini alıyor. Aortik diseksiyona ilişkin risk faktörleri arasında vasküler bozukluklar, vasküler duvarın yeniden yapılanması, inflamatuvar lezyonlar, yüksek tansiyon (genelde arteriyoskleroz ile birlikte), ameliyatlar ve kazalar bulunuyor. Yılda her 100.000 kişiden yaklaşık üçünde yeni akut aortik diseksiyon vakasına rastlanıyor. "Giriş", A tipi diseksiyonlarda çıkan aort boşluğunda, B tipi diseksiyonlarda sol subklavian arterin (inen aort) altında yer alıyor.

Hasta: 54 yaşındaki erkek hasta (ağırlık: 115 kilogram, hipertansiyon), bir motosiklet kazasının ardından B tipi aortik diseksiyon problemi yaşamış ve bu durum, ameliyat sırasında kronik hale gelmiş (Alman Vasküler Tıp ve Vasküler Cerrahi Derneği tarafından yayınlanan talimatlara göre; belirtilerin süresi 14 günü aşmış).

Tedavi kararı: Sol subklavian arter çıkışındaki büyük yalancı lümen nedeniyle, Prof. Debus ve ekibi, torasik endovasküler aortik tamir (TEVAR) prosedürü uygulamaya karar verdi.

İntraoperatif zorluklar: Obez bir hastada önemli damarları yanlışlıkla stentlemeden, stent greftin doğru konumlandırılması gerekiyor. Görüntüleme yapılacaksa, yüksek jeneratör performansı, yüksek çözünürlük ve geniş görüş alanına ihtiyaç bulunuyor. Stent greftin doğru konumlandırılabilmesi için operasyon sırasında sol karotid arter ve subklavian arter çıkışları, ameliyat masası üzerindeki dokunmatik ekran kullanılarak, monitörde gösterilen X-ray görüntüsünde grafiksel olarak işaretlendi (canlı grafik çakıştırma). Stent greft yerleştirildikten sonra gerçekleştirilen verifikasyon taraması, intraarteriyel basıncın stent greftin optimum pozisyonundan kaymasına yol açtığını ve bu durumun kontrast maddenin hatalı lümenin içine doğru akmaya devam etmesine neden olduğunu gösterdi. Ameliyat ekibi, sol karotid arterin 1-2 santimetre yakınına ikinci bir stent greft yerleştirdi ve böylece sol subklavian arteri tekrar stentledi.

Sonuç: Hatalı lümene giriş, ikinci stent greft kullanılarak başarıyla kapatıldı.

Cios Alpha, tüm ülkelerde ticari olarak mevcut olmayabilir. Yasal nedenlerden dolayı bu sistemin gelecekte erişilebilirliği de garanti edilemez. Daha detaylı bilgi için lütfen yerel Siemens yetkilisine başvurunuz.

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, vb.) bulunduğu için diğer müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair bir garanti söz konusu değildir.

Satış hakları ve hizmet erişimi üzerindeki bazı bölgesel kısıtlamalar ışığında, bu broşürde belirtilen ürün, hizmet ve özelliklerin tamamının, Siemens'in dünya çapındaki satış organizasyonu aracılığıyla erişilebilirliğini garanti edemeyiz. Ürnlere erişim ve ambalajlama, ülkeden ülkeye değişiklik gösterir ve bunlara ilişkin koşullar, Siemens tarafından önceden haber verilmeksizin değiştirilebilir.

Bu belgedeki bilgiler, ürünlerin özellikleri ile seçeneklerin genel tanımlarını ve bireysel durumlarda her daim bulunmayabilecek standartları ve opsiyonel özellikleri içerir.

Siemens, önceden haber vermeksizin, bu belgede belirtilen ürün tasarımı, ambalajlama, ürün özelliklerini ve seçenekleri değiştirme hakkını saklı tutar. En güncel bilgiler için lütfen yerel Siemens Satış yetkilisine başvurunuz.

Ürünlerimizin çevresel uyumluluğuna (doğal kaynakların korunması ve atık geri dönüşümü) ilişkin yasal gereksinimlere uymak adına, belirli bazı komponentlerin geri dönüşümünü gerçekleştiriyoruz. Fabrika çıkışı yeni komponentler için de aynı kapsamlı kalite güvence önlemlerini uygulayarak, geri dönüştürülen bu komponentlerin kalitesini garanti ediyoruz.

Bu belgede yer alan teknik veriler, makul düzeylerde olmak kaydıyla değişiklik gösterebilir. Orijinal resimler, kopyalandıklarında detaylarda bir miktar kayıp söz konusu olabilir.

Akut inmeli hastalarda altı dakikada MR protokolü

Kambiz Nael; Riham Khan; Kevin Johnson; Diego Martin

Arizona Üniversitesi, Medikal Görüntüleme Bölümü, Tucson, AZ, USA

Arka plan

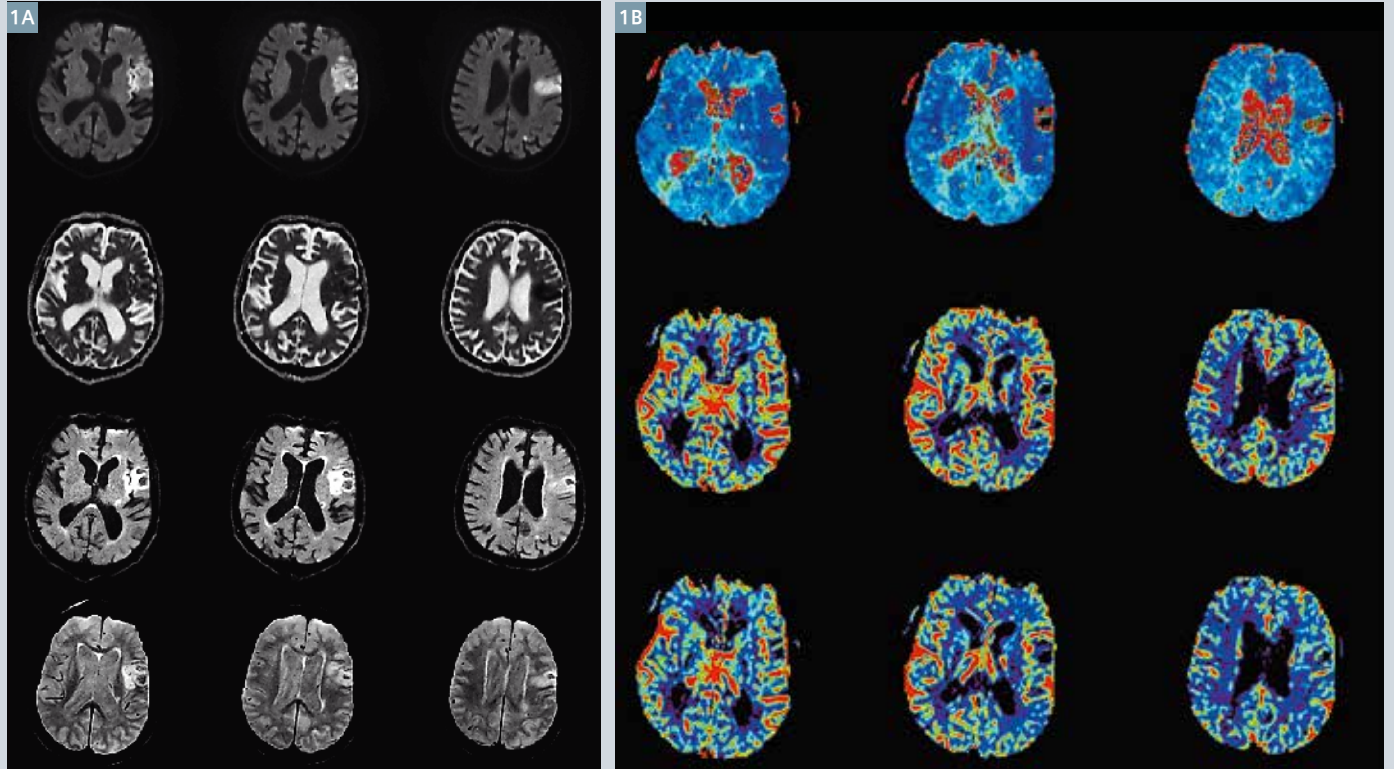
İnme, her yıl yaklaşık 795 bin kişiyi etkileyen genel ve ciddi bir rahatsızlık. Amerikan Kalp Derneği'nin 2010 yılında güncellenen istatistiklerine göre, bu kişilerin yaklaşık 610 bini ilk kez, 185 bini ise birden fazla kez atak yaşadı. ABD'de ortalama olarak her saniyede bir

kişi inme geçiriyor ve tahmini mortalite oranı %5,5. Diğer bir deyişle, ABD'de yaşayan her 18 kişiden yaklaşık biri, inme nedeniyle hayatını kaybediyor[1].

Nöro-görüntüleme, akut iskemik inme geçirmiş (AIS) hastaların analizinde kilit bir rol oynuyor. Son on yılda gelişen teknolojiler sayesinde nöro-

görüntüleme artık, doku viyabilitesi, oklüzyon bölgesi ve kolateral durum dahil olmak üzere intrakranial kanamanın var olup olmadığını ötesinde bilgiler sağlıyor. İnme vakalarında bilgisayarlı tomografi (BT), son derece yaygın bir şekilde uygulanan hızlı bir sistem olarak kullanılsa da bazı

Ansızın sağ tarafında zayıflık hisseden ve konuşma zorluğu çeken 92 yaşındaki erkek hasta, başka bir kurumda IV-tPA tedavisi gördükten sonra kurumumuzun acil servisine yönlendirildi. Kurumumuza gelişinden 9 saat sonra hastaya akut inme protokolü uygulandı. Çekilen görüntülerden bazıları aşağıda gösterilmiştir.



1A Yukarıda sırayla düzenlenmiş DWI, ADC, EPI-FLAIR ve EPI-GRE görüntüleri yer alıyor. Sol operkulum ve insula dahil olmak üzere sol MCA dağılımında akut enfarktüs söz konusu. Ayrıca, EPI-FLAIR ve EPI-GRE görüntülerine göre enfarktüs bölgesinde küçük çaplı bir hemorajik dönüşüm bulunuyor.

1B Yukarıda sırayla düzenlenmiş DSC-Tmax, DSC-CBF ve DSC-CBV görüntüleri yer alıyor. DSC haritalarına göre kanama bölgesinde küçük bir perfüzyon kusurunun da dahil olduğu heterojen bir perfüzyon eksikliği modeli söz konusu; Tmax ve CBF haritalarına göre de sol MCA bölgesi boyunca baskın bir lüks perfüzyon bulunuyor.

kapsamlı inme merkezleri, MR görüntüleme tekniğinin daha yüksek özgüllüğü ve üstün doku tanımlama özelliği nedeniyle BT tekniğine ek olarak geliştirilmiş MR protokollerini tercih ediyor. BT tekniğinin AIS ön analizindeki başarısı, kısmen hızlı görüntüleme kabiliyeti, yaygın bir şekilde erişilebilir olması ve acil durumlarda kolay değerlendirilebilir sonuçlar üretmesinden kaynaklanıyor. Çok-kesitli görüntüleme teknolojilerinin geliştirilmesi, BT tekniklerinin hız ve kullanım kolaylığını belirgin bir şekilde artırdı; ayrıca alternatif görüntüleme teknikleri için de yüksek standartlar ortaya koydu.

Parankimal görüntüleme (kontrastsız baş BT'si), BT anjiyografisi (BTA) ve BT

perfüzyonu ile perfüzyon/penumbral görüntüleme dahil olmak üzere, kapsamlı bir inme BT'si algoritması artık gerçekleştirilebiliyor ve hatta 10 dakikadan kısa bir sürede tamamlanabiliyor [5, 6].

MR görüntülemenin, BT tekniğine kıyasla, akut iskemilerin tespitinde daha duyarlı, enfarktüs merkezi hacminin gösteriminde ise daha özgül olduğu kanıtlandı [7, 8]. Ancak uzun görüntüleme süresi ve sınırlı erişimi nedeniyle MR görüntüleme tekniği, genelde büyük kurumlarda ve kapsamlı inme merkezlerinde kullanılıyor. Bazı klinik denemelerde gösterildiği üzere, parankimal görüntüleme, MRA ve MR perfüzyon dahil olmak üzere kapsamlı bir MR

protokolü, 20 dakika içerisinde gerçekleştirilebiliyor [9-13]. Eğer akut inmenin analizinde MR görüntüleme BT tekniği ile rekabet edecekse, görüntüleme hızında daha fazla ilerleme kaydedilmesi gerekiyor.

Bu makalede, akut inme vakaları için geliştirilen, 6 dakikada görüntüleme yapan ve tüm kapsamlı akut inme BT'si protokolleri ile rekabet edebilecek düzeyde olan modifiye MR görüntüleme protokolümüzü anlattık. Ayrıca protokolün teknik özelliklerini açıkladık ve elde ettiğimiz ilk sonuçlar ışığında birkaç klinik örneği gözden geçirdik.



1C Tüm supraaortik arterlerin CE-MRA görüntülerinin koronal MIP formları ile intrakraniyal arterlerin hacimsel olarak gösterilmiş ve kırılmış rekonstrüksiyon görüntülerine göre, hemodinamik açıdan belirgin bir arteriyel stenoz veya proksimal arterleri etkileyen bir oklüzyon tespit edilmedi. 8 ml'lik kontrast maddesi tatbikinden sonra çekilen CE-MRA görüntülerinin yüksek tanısal kalitesine dikkat ediniz.

Teknik özellikler

İnme vakalarına yönelik kapsamlı bir MR protokolünün üç temel unsuru bulunuyor:

- 1 Geri döndürülemez bir enfarktüs çekirdeğinin varlığını ve ebatlarını göstermek ve kanamanın varlığını tespit etmek için parankimal görüntüleme,
- 2 Proksimal arteriyel oklüzyon ve/veya tromboliz veya trombektomi ile tedavi edilebilen intravasküler trombusun varlığını tespit etmek için MR anjiyogramı,
- 3 Yeterli perfüzyonun sağlanamaması durumunda bir sonraki olası enfarktüs için risk taşıyan düşük perfüzyonlu dokuları tespit etmek için perfüzyon görüntüleme.

Aşağıda tüm bu unsurlar detaylı bir şekilde anlatılıyor ve yakın zamandaki teknik ilerlemelerin, akut inme görüntülemesi alanının farklı unsurlarının performansını artırmak üzere nasıl kullanılabileceği açıklanıyor.

1. Parankimal görüntüleme

Parankimal görüntüleme, üç alt unsurdan oluşuyor:

- 1 İskemik dokuları ortaya çıktıkları andan itibaren birkaç dakika içinde tespit edebilen DWI (difüzyon ağırlıklı görüntüleme), akut iskemilerde NECT veya diğer MR sekanslarının çok ötesinde, en duyarlı ve en özgül görüntüleme tekniği olarak dikkat çekiyor [14].
- 2 Enfarktüs görüntüsünü sabitlemeye yardımcı olan FLAIR tekniği, zor

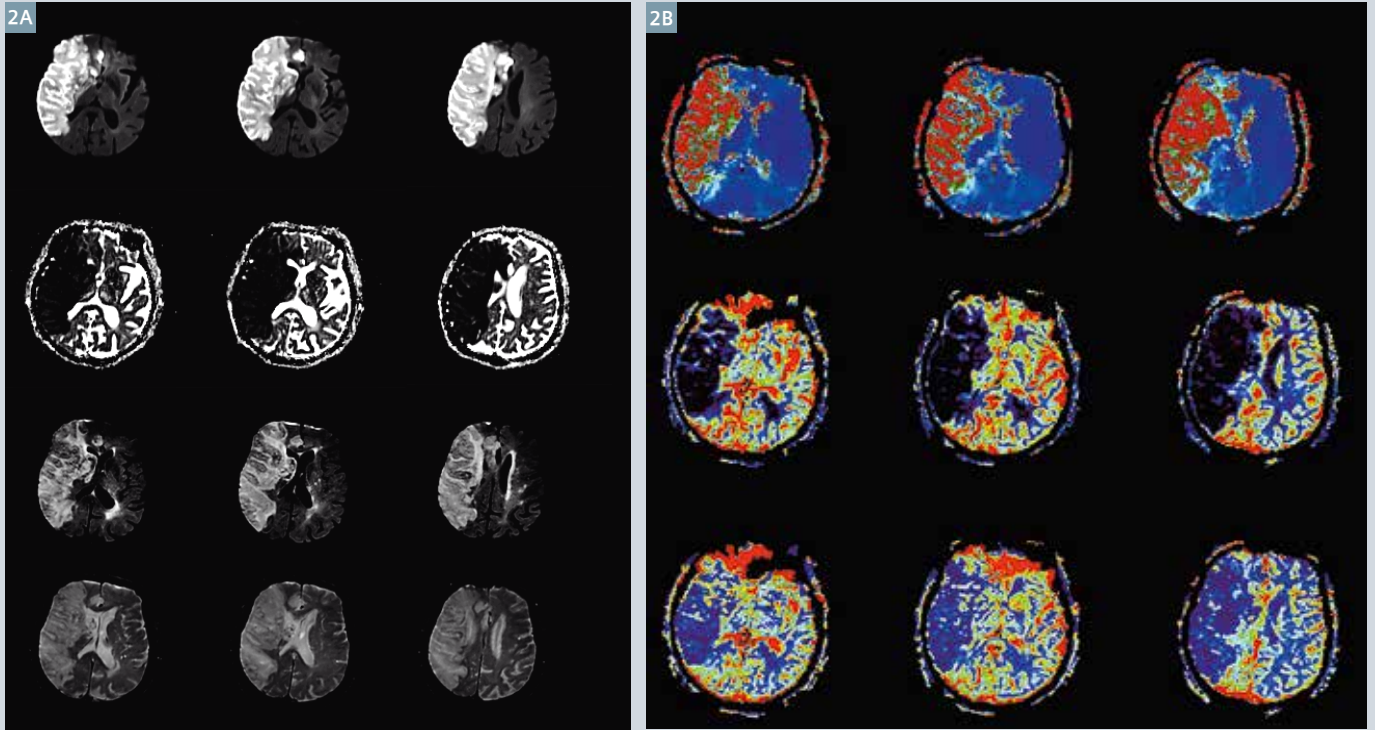
görülebilen subaraknoid kanamaların tespit edilmesine imkan veriyor.

- 3 GRE tekniği, parankimal kanamaları, akut intraparaknimal kanamalarda kullanılan BT ile kıyaslanabilir doğruluk düzeyinde tespit ediyor[15].

İntraarteriyel pıhtıları farklı duyarlılık ve özgüllük düzeylerinde tespit etmek için hem FLAIR hem de GRE görüntüleri kullanılıyor [16, 17].

Paralel görüntüleme [18] ve EPI [19, 20] gibi hızlı görüntüleme tekniklerinin ortaya çıkması, görüntüleme hızı açısından MR prosedürünün performansını büyük ölçüde artırdı. DWI görüntülemesinde olduğu gibi, EPI tekniğinin temel avantajı, tüm frekans ve faz şifreleme

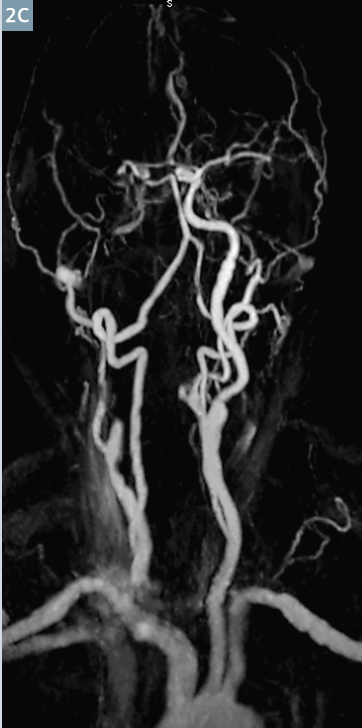
Sol tarafında nasıl başladığı bilinmeyen bir zayıflık hisseden ve bilinç düzeyi değişiklik gösteren 68 yaşında erkek hasta.



2A Yukarıda sırayla düzenlenmiş DWI, ADC, EPI-FLAIR ve EPI-GRE görüntüleri yer alıyor. Hem ACA hem de MCA bölgeleri de dahil olmak üzere beyin sağ yarısında akut enfarktüs söz konusu. Ayrıca, EPI-FLAIR görüntülerine göre ilgili bölgede enfarktüsün tamamlandığına işaret eden hiperintensite bulunuyor. Hiperintensite ile ilişkili bir kitle etkisi söz konusu. İlgili EPI-GRE görüntülerinde herhangi bir kanama tespit edilmedi.

2B Yukarıda sırayla düzenlenmiş DSC-Tmax, DSC-CBF ve DSC-CBV görüntüleri yer alıyor. Enfarktüs bölgesi ile birlikte, ilişkili bir perfüzyon kusuru söz konusu.

adımlarının tek bir pulse döngüsü içerisinde gerçekleştirilmesini sağlayan hızlı gradyan değiştirme özelliği sayesinde, mümkün olan en kısa görüntüleme süresi sunması. Paralel görüntüleme tekniğinin de uygulanması, görüntüleme hızını daha da artırabiliyor ve ayrıca genelde EPI gibi uzun eko dizili sekanslar ile ilişkili geometrik bozuklukları ve suseptibilite artefaktlarını azaltmaya yardımcı olabiliyor [21, 22]. Potansiyellerinin tam olarak hayata geçirilmesi halinde EPI ve paralel görüntüleme tekniklerinin FLAIR ve GRE sekanslarına tatbik edilmesi, tüm beynin bir dakikadan daha kısa sürede (diğer bir deyişle, geleneksel görüntüleme tekniklerinin üçte biri uzunluğunda bir tarama süresi) görüntülenmesini sağlayabilir [23, 24].



2C Tüm supraaortikarterlerin CE-MRA görüntülerinin koronal MIP formlarında, orijinden hemen sonra sağ servikal ICA'nın komple oklüzyonu görülüyor. Supraklinoid ICA'da muhtemelen kolateraller aracılığıyla gerçekleşen akış sinyalinin sınırlı da olsa rekonstrüksiyonu söz konusu.

2. MR Anjiyogramı

AIS'li hastaların tetkikinin diğer bir önemli unsuru da intrakraniyal ve ekstrakraniyal vaskülatürün görüntülenebilmesi. Arteriyel hastalığın yerini tam olarak belirleyebilmek ve bu sayede hastalara uygulanacak akut tedavi türünü belirleyebilmek için hastaların ön analizinde vasküler ağacın doğru bir şekilde görüntülenmesi gerekiyor.

İntravenöz trombolizin, küçük distal damarlarda büyük damarlara kıyasla daha etkili olduğu kanıtlandı [25]. Daha büyük damarlardaki oklüzyon, daha az komplikasyona neden olacak şekilde intraarteriyel tromboliz veya pıhtı açan aparatlar kullanılarak daha etkin bir şekilde giderilebiliyor [26, 27]. Ayrıca ekstrakraniyel dolaşım sisteminin (boyun arterleri) MRA'sı, iskemi mekanizmasını belirlemek ve inmenin ileri aşamalarını önlemek için gerekli. Karotid veya vertebral arterleri etkileyen, plaklı ekstrakraniyal tandem stenozları, akut inmeyi tetikleyen hastalığın kaynağı olabilir.

Uçuş zamanı MRA (TOF-MRA) yöntemi, boyun ve beyin arterlerinin durumunu değerlendirmek amacıyla rutin inme protokollerinde geleneksel olarak kullanılıyor. Umut vaat eden sonuçlar vermesine [28] karşın TOF-MRA, yavaş veya türbülanslı akış nedeniyle spin satürasyonu ve faz dispersiyonu dahil olmak üzere belirli bazı dezavantajları bulunuyor [29, 30]. Bu durum, genelde distalden suboklüzif trombus veya pıhtıya doğru olan yavaş akış nedeniyle arteriyel stenozların gereğinden fazla değerlendirilmesine ve hatalı pozitif sonuçların sayısının artmasına yol açabiliyor. En önemlisi de görüntüleme süresi genelde uzun oluyor (yaklaşık 5-7 dakika arası).

Genel kaniye göre yüksek kontrastlı MR anjiyografisi (CE-MRA), TOF-MRA tekniklerine kıyasla ekstrakraniyal damar morfolojisi ve stenozun derecesine dair daha kesin veriler sağlıyor [31-33]. Ancak CE-MRA tekniği, bazı nedenlerden dolayı akut inme protokollerine yaygın bir şekilde adapte edilmiyor. Öncelikle, CE-MRA tekniğinin uzaysal çözünürlüğü TOF-MRA tekniğine kıyasla düşük oluyor, çünkü kapsama ve görüntüleme hızı

gibi birbirine rakip gereksinimler, genellikle CE-MRA tekniğinin uzaysal çözünürlüğünden ödün verilmesini zorunlu kılıyor [34]. CE-MRA tekniğinin klinik uygulamalarda inme protokollerine adapte edilmesini engelleyen ikinci potansiyel sınırlama da bu teknikte, normalde perfüzyon görüntüleme için tatbik edilen intravenöz kontrast bolusuna ilave bir kontrast dozunun gerekli olması. Yüksek performanslı MR tarayıcılarının ortaya çıkışı ve paralel görüntüleme (GRAPPA) [18] gibi hızlı görüntüleme araçlarında yakın zamanda yaşanan ilerlemeler sayesinde, yüksek matrisler artık tüm baş ve boyun bölgesini kapsayan geniş bir görüş alanına yayılabiliyor ve bu durum, milimetreden küçük voksel ebatları ve 20 saniyelik sürelerde görüntüleme yapılmasına imkan veriyor [35, 36].

3. MR Perfüzyon

MR perfüzyon görüntüleme, akut iskemik inmeli hastalarda en iyi tedavi stratejisini belirlemek amacıyla potansiyel olarak kurtarılabilir dokuların tanımlanmasında yaygın bir şekilde kullanılıyor. Perfüzyon-difüzyon uyumsuzluğu tartışılan bir konsept olmaya devam etse de [37, 38] bu görüntüleme tekniği, belirli bazı klinik testlerde, revaskülarizasyon tedavilerine olumlu yanıt verebilen hastaları belirlemek için kısmen başarıyla kullanıldı [12, 13, 39].

Gadolinyum kontrast maddelerinin kullanımı sonucu sağlanan daha yüksek sinyal gürültü oranında (SNR) daha hızlı görüntüleme imkanı, dinamik suseptibilite kontrastlı (DSC) perfüzyon görüntülemenin, arteriyel spin etiketlemeye (ASL) kıyasla, AIS'li hastalarda perfüzyon anormalliklerinin olup olmadığını belirlemede daha yaygın olarak kullanılan daha güvenli bir teknik olmasına katkıda bulundu. Hem CE-MRA hem de DSC perfüzyon görüntüleme tekniklerinin, yukarıda belirtildiği üzere, daha kısa sürelerde ve daha yüksek tanılabilir görüntü kalitesiyle gerçekleştirilmesini sağlayan, hassasiyetle planlanmış bir inme MR protokolünün [47, 48], akut inmeli hastaların yönetiminde önemli terapötik ve prognostik etkileri olabiliyor.

Geliştirilmiş çoklu coil teknolojisine sahip 3T gibi daha yüksek manyetik alanların daha yüksek olan doğal sinyal gürültü oranları, supraaortik arterlerin 8 ml gibi düşük kontrast dozlarında düşük dozlu CE-MRA görüntülemesine imkan verdi [40, 41]. Hem CE-MRA hem de DSC perfüzyon görüntülemesini ilave kontrast tatbiki olmaksızın gerçekleştirmek için, 2-fazlı, modifiye bir kontrast enjeksiyon planı [46] kullanılabilir. Kontrast dozundaki azalmanın DSC perfüzyonu üzerindeki etkisi, bazı araştırmacılar tarafından değerlendirildi [42, 43], DSC perfüzyon görüntülemesi 0,05 mmol/kg kadar düşük kontrast madde dozunda gerçekleştirildi ve umut vaat eden sonuçlar elde edildi [44, 45].

MR teknolojileri donanım ve yazılımlarındaki ilerleme, MR tarayıcılarının daha yüksek ve hızlı gradyan performansı ve EPI ve paralel görüntüleme gibi gelişmiş sekans tasarım ve hızlı görüntüleme araçları, yaklaşık 6 dakikada gerçekleştirilebiliyor ve BT protokollerine rakip olacak düzeyde hızlı ve kapsamlı bir inme MR protokolü potansiyelini destekliyor. Bir sonraki bölümde inme protokolümüzü, görüntüleme ve sekans parametreleri açısından irdelenecek ve kurumumuzda gerçekleştirilen bazı klinik örnekler vereceğiz.

Nasıl yapılır

Kurumumuzda, kontraendikasyonu olmadığı için MR, AIS'li hastalar için kullanılan standart görüntüleme tekniğidir. Acil servise MR ile uyumlu ECG kılavuzları yerleştirildi. Hastalar, nöroloji ekibi tarafından değerlendirilirken bir MR güvenlik anketi gerçekleştiriliyor. Hastalar, daha sonra MR ile uyumlu bir sedyeye yatırılıyor ve hızlı görüntüleme için MR miknatısının olduğu bölüme götürülüyor.

Kurumumuzda, 3T sistem mevcut iken akut inmeli vakalar için kullanılan standart tarayıcı olmak üzere hem 3T hem de 1,5T MR tarayıcıları (MAGNETOM Skyra and MAGNETOM Aera, Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya) kullanılıyor. Sinyal alımı için 16-komponentli [baş için n = 12, boyun için n = 4] bir spiral dizisi kombinasyonundan yararlanılıyor. Spiral tasarımı, hem faz hem de kesit şifreleme yönünde paralel görüntüleme uygulamasına imkan veriyor. 6-dakikalık MR görüntüleme protokolümüz, DWI, EPI-FLAIR, EPI-GRE, CE-MRA ve DSC perfüzyon tekniklerinden oluşuyor. Akut inme vakalarında bu MR protokolünü kullanmanın klinik endikasyonları, belirtilerin başlamasından sonra (9 saatten kısa bir süre içerisinde) akut inme geçiren, belirtileri nasıl başladığı bilinmeyen, NIHSS değeri 4'ten büyük olan veya afazi geçiren

hastalar. Tablo 1'de, uyguladığımız görüntüleme protokolünün sekans parametreleri gösteriliyor.

Hem CE-MRA hem de DSC perfüzyon görüntülemesini ilave kontrast tatbiki olmaksızın gerçekleştirmek için, 2-fazlı, modifiye bir kontrast enjeksiyon planı [46] kullanılıyor. Bunu uygulamak için MR perfüzyon görüntülemesinde rutin olarak kullanılan toplam 20 ml'lik gadolinyum (Multihance, Bracco Diagnostics Inc., Princeton, NJ, ABD), toplam 50 ml'lik hacme ulaşana kadar normal salin ile seyreltiliyor. Kontrast maddenin kol damarından servikal karotid arterlere geçiş süresini belirleyebilmek amacıyla, zamanlama bolusu kullanılarak 3 ml'lik kontrast çözeltisi (1,2 ml gadolinyum) saniyede 1,5 ml hızıyla enjekte ediliyor. Daha sonra, CE-MRA görüntülemenin zamanlama enjeksiyonu olarak toplam 22 ml'lik kontrast çözeltisi (8,8 ml gadolinyum) aynı akış hızında enjekte ediliyor. İntrakranial venöz kontaminasyonunu minimize etmek amacıyla CE-MRA görüntülemesi için düzenleyici ve merkezci bir k-alanı kullanılıyor. Son adım olarak, geriye kalan 25 ml'lik kontrast çözeltisi (10 ml gadolinyum), en sonda yapılan MR perfüzyon taraması için saniyede 5 ml hızda enjekte ediliyor.

Tablo 1: Görüntüleme protokolü

	DWI	EPI-FLAIR	EPI-GRE	CE-MRA	DSC
TR (ms)	4600	10000 (TI:2500)	1860	3,36	1450
TE	65	88	48	1,24	22
FA (derece)	–	90	90	25	90
Matris	160	192	192	448	128
Görüş alanı	220	220	220	340	220
Kesitler (n x kalınlık)	30 x 4	30 x 4	40 x 3	120 x 0,8	30 x 4
Bant genişliği (Hz/piksel)	1250	1488	964	590	1502
Paralel görüntüleme (GRAPPA)	3	3	–	3	3
Görüntüleme süresi	58 saniye	52 saniye	56 saniye	20 saniye	1 dakika ve 30 saniye

Görüntü analizi

Veri teminini takiben, maksimum yoğunluklu bir projeksiyon (MIP) algoritmasının kullanıldığı standart ticari yazılım yüklü tarayıcı konsolunda CE-MRA görüntü işleme prosedürü gerçekleştiriliyor. Yapılandırılan verilerin tümü ve kaynak görüntüler, analiz yapılabilmesi için iş istasyonunda saklanıyor. Perfüzyon analizi, FDA onaylı özel bir iş istasyonunda (Olea-sphere, Olea Medical SA, Fransa) çevrim dışı olarak gerçekleştiriliyor. Mevcut uygulamada arteriyel girdi fonksiyonu otomatik olarak seçiliyor ve pikleme süresi (TTP), maksimum seviyeye çıkma süresi (Tmax), serebral kan akışı (CBF) ve serebral kan hacmi (CBV) dahil olmak üzere çok parametrelili perfüzyon haritaları daha sonra blok dolanır matrisli, tekil değer ayrışımı tekniği ile hesaplanıyor [49].

Yukarıda anlatılan ve MR inme protokolü kullanılarak elde edilen ilk sonuçlar, umut vaat ediyor. 2013 yılının Ocak ayından bu yana 600'den fazla AIS hastasını taramadan geçirdik. Çalışmalarımızın %97'sinden fazlası, tanısal görüntü kalitesi ile derecelendirildi. Bir grup hastada geleneksel FLAIR tekniğine paralel olarak EPI-FLAIR sekansı kullanıldı ve bu çalışmalardan benzer niteliksel ve niceliksel sonuçlar elde edildi [24]. 52 AIS hastasının katıldığı bir çalışmada, DWI tekniğinde pozitif görünen lezyonlar için EPI-FLAIR ve FLAIR yöntemlerinde kullanılan sinyal yoğunluk oranlarının ortalama standart sapması sırasıyla $1,28 \pm 0,16$ ve $1,25 \pm 0,17$ oldu. Sonuçlar arasında belirgin bir korelasyon ($r = 0,899$, z değeri = $8,677$, $p < 0,0001$) bulunuyor. EPI-GRE sekansı, bir grup hastada geleneksel GRE tekniği ile de birlikte kullanılıyor. Bu iki teknik, proksimal arterlerdeki kanama (Şekil 1) ve pıhtıların tespiti açısından benzer sonuçlar üretti.

CE-MRA ve DSC tekniklerinin kombinasyonu, kurumumuzda, yeterli tanısal görüntü kalitesini sağlayacak şekilde başarıyla test edildi [48]. Akut inmeli 30 hasta üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, CE-MRA tekniğinin %50'den fazla arteriyel stenoz

tespitindeki özgüllük oranı %97 iken bu oran, TOF-MRA tekniğinde %89 olarak gerçekleşti (DSA referans standart olarak kabul edilmek üzere) [48]. Düşük kontrast dozlu DSC perfüzyon görüntüleme, tam doz tatbik edilen bir kontrol grubu ile benzer niceliksel ve niteliksel sonuçlar üretiyor [48]. En önemlisi de CE-MRA görüntülemeye tabi tutulan ve yarım doz tatbik edilen hastaların dolaşım sistemlerinde kontrast maddenin bulunması, tam doz tatbik edilen hastalara kıyasla görüntü kalitesini veya perfüzyon verilerinin niceliksel analizini olumsuz etkilemiyor.

Sonuç

Burada anlatılan çok-teknikli MR protokolü, akut iskemik inmeli hastaların analizi için uygun ve toplam 6 dakikalık görüntüleme süresiyle çok-teknikli BT protokolü ile rekabet edebilecek düzeydedir.

Referanslar

- Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, et al. Heart disease and stroke statistics - 2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. Feb 23 2010;121(7):e46-e215.
- Saver JL. Time is brain-quantified. *Stroke*. Jan 2006;37(1):263-266.
- Michel P, Bogousslavsky J. Penumbra is brain: no excuse not to perfuse. *Ann Neurol*. Nov 2005;58(5):661-663.
- Gonzalez RG. Imaging-guided acute ischemic stroke therapy: From "time is brain" to "physiology is brain". *AJNR. American journal of neuroradiology*. Apr 2006;27(4):728-735.
- Zhu G, Michel P, Aghaebrahim A, et al. Computed tomography workup of patients suspected of acute ischemic stroke: perfusion computed tomography adds value compared with clinical evaluation, noncontrast computed tomography, and computed tomography angiogram in terms of predicting outcome. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. Apr 2013;44(4):1049-1055.
- Schaefer PW, Roccatagliata L, Ledezma C, et al. First-pass quantitative CT perfusion identifies thresholds for salvageable penumbra in acute stroke patients treated with intra-arterial therapy. *AJNR. American journal of neuroradiology*. Jan 2006;27(1):20-25.
- Jauch EC, Saver JL, Adams HP, Jr., et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. Mar 2013;44(3):870-947.
- Chalela JA, Kidwell CS, Nentwich LM, et al. Magnetic resonance imaging and computed tomography in emergency assessment of patients with suspected acute stroke: a prospective comparison. *Lancet*. Jan 27 2007; 369(9558):293-298.
- Kang DW, Chalela JA, Dunn W, Warach S, Investigators NI-SSC. MRI screening before standard tissue plasminogen activator therapy is feasible and safe. *Stroke*. Sep 2005;36(9):1939-1943.
- Hjort N, Butcher K, Davis SM, et al. Magnetic resonance imaging criteria for thrombolysis in acute cerebral infarct. *Stroke*. Feb 2005;36(2):388-397.
- Schellinger PD, Jansen O, Fiebach JB, Hacke W, Sartor K. A standardized MRI stroke protocol: comparison with CT in hyperacute intracerebral hemorrhage. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. Apr 1999;30(4):765-768.
- Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, et al. Magnetic resonance imaging profiles predict clinical response to early reperfusion: the diffusion and perfusion imaging evaluation for understanding stroke evolution (DEFUSE) study. *Ann Neurol*. Nov 2006;60(5):508-517.
- Davis SM, Donnan GA, Parsons MW, et al. Effects of alteplase beyond 3 h after stroke in the Echoplanar Imaging Thrombolytic Evaluation Trial (EPITHET): a placebo-controlled randomised trial. *Lancet neurology*. Apr 2008;7(4): 299-309.
- Fiebach JB, Schellinger PD, Jansen O, et al. CT and diffusion-weighted MR imaging in randomized order: diffusion-weighted imaging results in higher accuracy and lower interrater variability in the diagnosis of hyperacute ischemic stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. Sep 2002;33(9):2206-2210.
- Kidwell CS, Chalela JA, Saver JL, et al. Comparison of MRI and CT for detection of acute intracerebral hemorrhage. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. Oct 20 2004;292(15):1823-1830.
- Flacke S, Urbach H, Keller E, et al. Middle cerebral artery (MCA) susceptibility sign at susceptibility-based perfusion MR imaging: clinical importance and comparison with hyperdense MCA sign at CT. *Radiology*. May 2000;215(2):476-482.
- Assouline E, Benziane K, Reizine D, et al. Intra-arterial thrombus visualized on T2* gradient echo imaging in acute ischemic stroke. *Cerebrovasc Dis*. 2005;20(1):6-11.
- Griswold MA, Jakob PM, Heidemann RM, et al. Generalized autocalibrating partially parallel acquisitions (GRAPPA). *Magnetic resonance in medicine : official journal of the Society of Magnetic Resonance in Medicine / Society of Magnetic Resonance in Medicine*. Jun 2002;47(6):1202-1210.
- Mansfield P. Real-time echo-planar imaging by NMR. *Br Med Bull*. Apr 1984;40(2): 187-190.
- DeLaPaz RL. Echo-planar imaging. *Radio-graphics*. Sep 1994;14(5):1045-1058.

- 21 Pruessmann KP. Parallel imaging at high field strength: synergies and joint potential. Topics in magnetic resonance imaging : TMRI. Aug 2004;15(4):237-244.
- 22 Wiesinger F, Van de Moortele PF, Adriany G, De Zanche N, Ugurbil K, Pruessmann KP. Potential and feasibility of parallel MRI at high field. NMR in biomedicine. May 2006; 19(3):368-378.
- 23 Kinoshita T, Okudera T, Tamura H, Ogawa T, Hatazawa J. Assessment of lacunar hemorrhage associated with hypertensive stroke by echo-planar gradient-echo T2*-weighted MRI. Stroke. Jul 2000;31(7): 1646-1650.
- 24 Meshksar A, Khan R, Carmody R, Nael K. The Role of Echo-planar Fluid-Attenuated Inversion Recovery (EPI-FLAIR) in Acute Stroke Setting: A Feasibility Study. Paper presented at: ASNR; May 22, 2013, 2013; San Diego, CA.
- 25 del Zoppo GJ, Poeck K, Pessin MS, et al. Recombinant tissue plasminogen activator in acute thrombotic and embolic stroke. Ann Neurol. Jul 1992;32(1):78-86.
- 26 Furlan A, Higashida R, Wechsler L, et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism. JAMA : the journal of the American Medical Association. Dec 1 1999;282(21): 2003-2011.
- 27 Becker KJ, Brodt TG. Approval of the MERCI clot retriever: a critical view. Stroke; a journal of cerebral circulation. Feb 2005; 36(2):400-403.
- 28 Yucel EK, Anderson CM, Edelman RR, et al. AHA scientific statement. Magnetic resonance angiography : update on applications for extracranial arteries. Circulation. Nov 30 1999;100(22):2284-2301.
- 29 Isoda H, Takehara Y, Isogai S, et al. MRA of intracranial aneurysm models: a comparison of contrast-enhanced three-dimensional MRA with time-of-flight MRA. J Comput Assist Tomogr. Mar-Apr 2000; 24(2):308-315.
- 30 Lin W, Tkach JA, Haacke EM, Masaryk TJ. Intracranial MR angiography: application of magnetization transfer contrast and fat saturation to short gradient-echo, velocity-compensated sequences. Radiology. Mar 1993;186(3):753-761.
- 31 Somford DM, Nederkoorn PJ, Rutgers DR, Kappelle LJ, Mali WP, van der Grond J. Proximal and distal hyperattenuating middle cerebral artery signs at CT: different prognostic implications. Radiology. Jun 2002; 223(3):667-671.
- 32 Cosottini M, Pingitore A, Puglioli M, et al. Contrast-enhanced three-dimensional magnetic resonance angiography of atherosclerotic internal carotid stenosis as the noninvasive imaging modality in revascularization decision making. Stroke; a journal of cerebral circulation. Mar 2003; 34(3):660-664.
- 33 Huston J, 3rd, Fain SB, Wald JT, et al. Carotid artery: elliptic centric contrast-enhanced MR angiography compared with conventional angiography. Radiology. Jan 2001;218(1):138-143.
- 34 Fellner C, Lang W, Janka R, Wutke R, Bautz W, Fellner FA. Magnetic resonance angiography of the carotid arteries using three different techniques: accuracy compared with intraarterial x-ray angiography and endarterectomy specimens. Journal of magnetic resonance imaging : JMIR. Apr 2005;21(4):424-431.
- 35 Nael K, Villablanca JP, Pope WB, McNamara TO, Laub G, Finn JP. Supraaortic arteries: contrast-enhanced MR angiography at 3.0 T-highly accelerated parallel acquisition for improved spatial resolution over an extended field of view. Radiology. Feb 2007; 242(2):600-609.
- 36 Phan T, Huston J, 3rd, Bernstein MA, Riederer SJ, Brown RD, Jr. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography of the cervical vessels: experience with 422 patients. Stroke; a journal of cerebral circulation. Oct 2001;32(10): 2282-2286.
- 37 Hacke W, Furlan AJ, Al-Rawi Y, et al. Intravenous desmoteplase in patients with acute ischaemic stroke selected by MRI perfusion-diffusion weighted imaging or perfusion CT (DIAS-2): a prospective, randomised, double-blind, placebo-controlled study. Lancet neurology. Feb 2009;8(2):141-150.
- 38 Kidwell CS, Jahan R, Gornbein J, et al. A trial of imaging selection and endovascular treatment for ischemic stroke. The New England journal of medicine. Mar 7 2013; 368(10):914-923.
- 39 Lansberg MG, Straka M, Kemp S, et al. MRI profile and response to endovascular reperfusion after stroke (DEFUSE 2): a prospective cohort study. Lancet neurology. Oct 2012; 11(10):860-867.
- 40 Tomasian A, Salamon N, Lohan DG, Jalili M, Villablanca JP, Finn JP. Supraaortic arteries: contrast material dose reduction at 3.0-T high-spatial-resolution MR angiography--feasibility study. Radiology. Dec 2008; 249(3):980-990.
- 41 Nael K, Moriarty JM, Finn JP. Low dose CE-MRA. Eur J Radiol. Oct 2011;80(1): 2-8.
- 42 Heiland S, Reith W, Forsting M, Sartor K. How do concentration and dosage of the contrast agent affect the signal change in perfusion-weighted magnetic resonance imaging? A computer simulation. Magnetic resonance imaging. Jul 2001;19(6):813-820.
- 43 Alger JR, Schaewe TJ, Lai TC, et al. Contrast agent dose effects in cerebral dynamic susceptibility contrast magnetic resonance perfusion imaging. Journal of magnetic resonance imaging: JMIR. Jan 2009;29(1):52-64.
- 44 Manka C, Traber F, Gieseke J, Schild HH, Kuhl CK. Three-dimensional dynamic susceptibility-weighted perfusion MR imaging at 3.0 T: feasibility and contrast agent dose. Radiology. Mar 2005; 234(3):869-877.
- 45 Alger JR, Schaewe TJ, Liebeskind DS, Saver JL, Kidwell CS. On the feasibility of reduced dose Dynamic Susceptibility Contrast perfusion MRI for stroke. Paper presented at: Intl. Soc. Mag. Reson. Med; 7-13 May 2011, 2011; Montréal, Québec, Canada.
- 46 Habibi R, Krishnam MS, Lohan DG, et al. High-spatial-resolution lower extremity MR angiography at 3.0 T: contrast agent dose comparison study. Radiology. Aug 2008; 248(2):680-692.
- 47 Ryu CW, Lee DH, Kim HS, et al. Acquisition of MR perfusion images and contrast-enhanced MR angiography in acute ischaemic stroke patients: which procedure should be done first? The British journal of radiology. Dec 2006; 79(948):962-967.
- 48 Nael K, Pirastehfar M, Villablanca JP, Salamon N. Addition of a Low-dose Contrast Enhanced MRA at 3.0T in the Assessment of Acute Stroke: A More Efficient and Accurate Stroke Protocol. Paper presented at: ASNR 50th Annual Meeting; April, 2012; New York, NY.
- 49 Wu O, Ostergaard L, Weisskoff RM, Benner T, Rosen BR, Sorensen AG. Tracer arrival timing-insensitive technique for estimating flow in MR perfusion-weighted imaging using singular value decomposition with a block-circulant deconvolution matrix. Magnetic resonance in medicine : official journal of the Society of Magnetic Resonance in Medicine / Society of Magnetic Resonance in Medicine. Jul 2003;50(1):164-174.



İletişim

Dr. Kambiz Nael
Doçent Radyolog
Nöroradyoloji MR Görüntüleme
Bölümü Direktörü
Arizona Üniversitesi
Tıp Merkezi
Medikal Görüntüleme Bölümü
Nöroradyoloji Birimi
1501 N. Campbell,
PO Box 245067
Tucson, AZ 85724-5067 ABD
Tel: +1 520-626-2138
Faks: +1 520-626-7093
kambiz@radiology.arizona.edu

SIEMENS



Sizin için
tasarlanmış
bu sistemi
keşfedin.

www.siemens.com/artis-one

Tavana monte esnekliğinde yere monte sistem

Artis one. Sizin için tasarlandı.

Minimal invazif girişimsel prosedürlere yönelik talepteki artışı karşılamak için doktorların neye ihtiyacı var? En son teknolojiyi sunan, geniş bir rutin vasküler prosedür kapsamına sahip, uygun maliyetli görüntüleme sistemlerine...

Yeni genel anjiyografi sistemimiz Artis one, girişimsel görüntülemeye yeni bir yaklaşım getiriyor. Artis one, benzersiz flat emitör teknolojisinden, kompleks vasküler koşulların 3D görüntülenmesine kadar pek çok yeni nesil görüntüleme aracı ile başarıyla kanıtlanmış teknolojileri buluşturuyor. Sistem, masa üzerinde 2,1 metre dikey ve 1,9 metre yatay kapsama alanı ve yeni bir kullanıcı arayüzü sunuyor.

Zemine monte edilen Artis one, tıpkı tavana monte edilmiş bir sistem gibi esnek iş akışı sağlıyor ve kullanıcıya sistemle tamamen yeni ve sezgisel bir etkileşim imkanı veriyor. Böylece siz dikkatinizi tamamen işinize odaklayabiliyorsunuz.

Kurulumu ve kullanımı çok kolay olan Artis one, ekibinizle birlikte uyguladığınız prosedür çeşitliliğini artırmanızı sağlıyor, böylece çalıştığınız sağlık kuruluşuna katkıda bulunuyor.

Farklı bir anlayışla tasarlanmış bu sistemle tanışın.

Artis one. Sizin için tasarlandı.

Answers for life.

SIEMENS



www.siemens.com/ultrasound

Sürekli Yenilenen ACUSON S Ürün Ailesi

ACUSON S Ürün Ailesi; üstün görüntü kalitesini, öncü teknolojileri, akıllı iş akışlarını ve esnek ergonomiyi, ihtiyaçlarınıza göre değişebilen fiyatlarla sunuyor. Tam ihtiyacınız olan sistem seviyesini seçmek sizin elinizde...

ACUSON S1000™ eSie Touch™ Elastisite Görüntüleme ve Amniyoskopik Görüntüleme gibi üstün performanslı çözümleri ve gelişmiş uygulamaları çok özel fiyatlarla sunuyor.

Üstün bir HD transdüser teknolojisinin yanı sıra Virtual Touch™ Görüntüleme, Virtual Touch™ Kantifikasyon gibi en gelişmiş doku kasılma özelliklerini istiyorsanız, **ACUSON S2000™** tam size göre.

Sadece birkaç saniye içinde otomatik kayıt yapan görüntü füzyonuna ihtiyacınıza varsa, o halde One-Click eSie Fusion™ özellikli, yeni ve ultra-gelişmiş **ACUSON S3000™** sizin için mükemmel bir çözüm. ACUSON S3000 aynı zamanda eSie Guide Needle Tracking özelliğiyle girişimsel prosedürleri daha hızlı ve güvenli şekilde gerçekleştiriyor.

Answers for life.