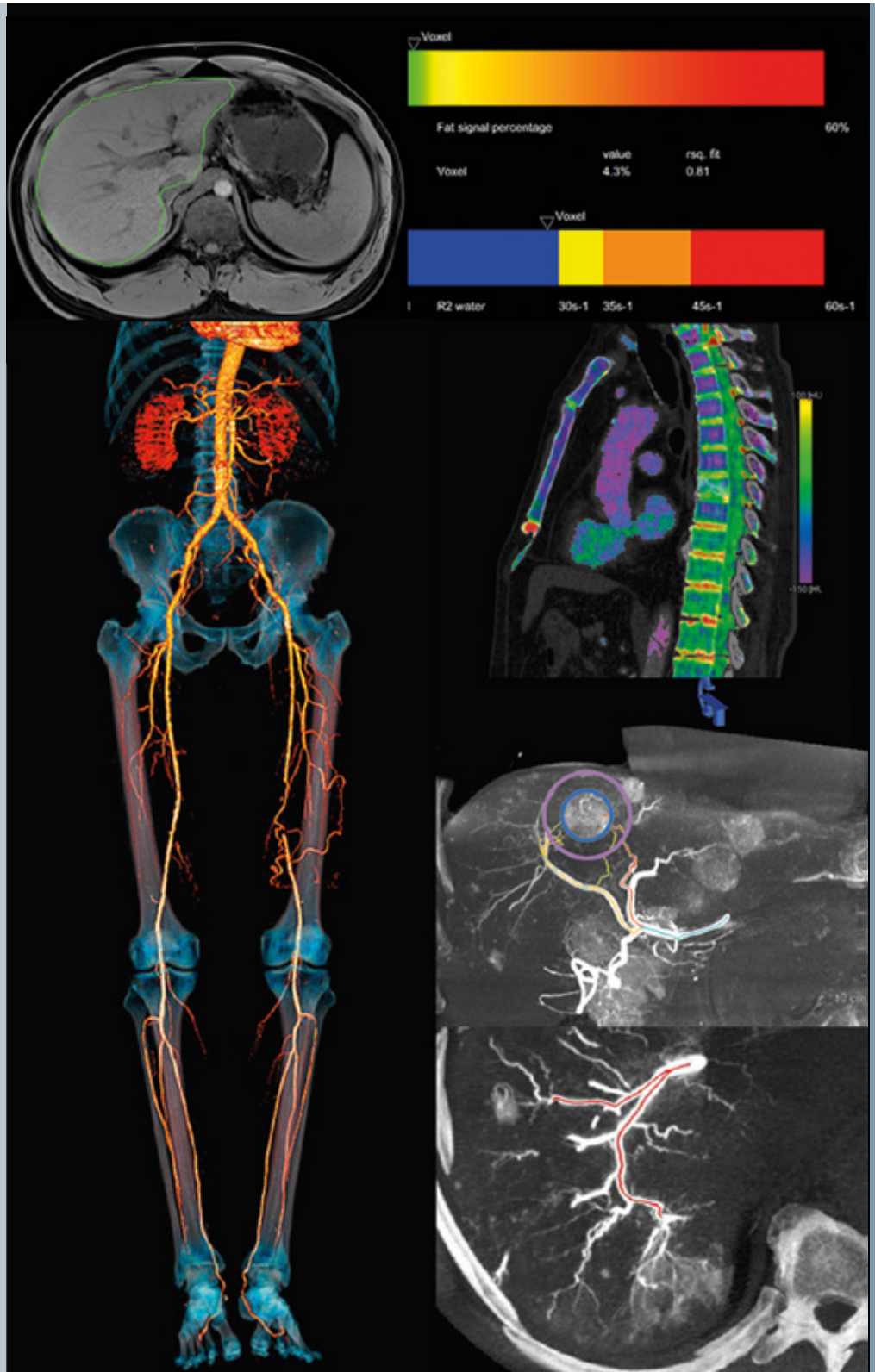
İnovasyon

RSNA ve ECR Özel Sayısı

Mart 2017
www.siemens.com.tr/inovasyon

SIEMENS Healthineers



Prof. Dr. Karaarslan: "Eskiden radyolojide lezyonların morfolojik özelliklerine göre tanılarını koymaya çalışırdık. Artık bu dönem geride kaldı."
Sayfa 10

Tüm vücutta eşzamanlı çoklu-kesit hızlandırılmış difüzyon ağırlıklı görüntüleme
Sayfa 40

Tek ünite, tek sistem, tüm uygulamalar
Sayfa 68

24

SIEMENS Healthineers

A91CT-9308-A1-7600

www.siemens.com/somatom-force

İki adım önde olmak mı, ayak uydurmaya çalışmak mı?

Koruyucu Sağlık Hizmetleri'nde iki adım önde olmak demek, hastalara ve böbreklere zarar vermeden tarama yapmaktan, düşük dozlu erken tanıya kadar yepyeni faydalar sunmak demektir.

Freezing Motion özelliği ile iki adım önde olmak demek, en zor hastaları tek bir çekimle inceleyebilmek, endüstrinin en hızlı tarama moduyla nefes tutmadan BT görüntüleme yapabilmek demektir.

Karar verirken iki adım önde olmak demek, normal dozun yarısıyla, 4D görüntüleme ve hassas Dual Energy ölçümünün verdiği güvenle tanıda bulunmak demektir.

Yeni SOMATOM Force ile, bütün klinik konularda iki adım öndesiniz. Ayak uydurmaya çalışmayı bırakıp, yeni SOMATOM Force ile iki adım önde olun.

Sevgili dostlarımız,

Sağlık sistemlerindeki ihtiyaçlar ve tıptaki gelişmeler sonucunda, sağlık teknolojileri de müthiş bir hızla ilerliyor. İhtiyaçlardan olduğu kadar inovatif yaklaşımlardan da doğan bu gelişmelere, Siemens Healthineers markasıyla öncülük etmenin gururunu yaşıyor, sektöre kazandırdığımız yenilikleri de sizlere sunmaktan mutluluk duyuyoruz. Bu anlamda çeşitli kongreler ve bilimsel etkinlikler de bizim için önemli fırsatlar sunuyor.

Son dönemde tıp ve sağlık teknolojileri dünyasında iki önemli etkinlik gerçekleştirildi. Bunlardan biri, Kasım 2016'da Chicago'da düzenlenen RSNA 2016 oldu. Radyoloji dünyasını buluşturan bu etkinlikte Siemens Healthineers olarak biz de Magnetom Vida, Somatom go. BT platformu, Artis pheno anjiyografi sistemi gibi yeniliklerimizi tanıttık.

Son derece başarılı geçen bu etkinliğin ardından, 1-5 Mart tarihlerinde Viyana'da düzenlenen Avrupa Radyoloji Kongresi'ne (ECR) katıldık. "Sağlığın geleceğini birlikte şekillendirelim" sloganıyla yer aldığımız bu etkinlikte de verimliliği artıran ve maliyetleri düşüren ürün ve çözümlerimizi katılımcıların ilgisine sunduk.

Bu etkinliklerde tanıttığımız Somatom go. platformu hakkında biraz detaylı bilgi vermek isterim. Sağlık kuruluşlarının rekabet gücünü artırmaya yönelik bu yepyeni bir BT platformumuz, iki tarayıcı seçeneği sunuyor: 32-kesitli Somatom go.Now özellikle BT bölümünü yeni kuracak olan işletmelere hitap ederken, Somatom go.Up ise 64 kesite kadar görüntü verebilen, daha geniş bir dedektör sunuyor.

Ön plana çıkan ürünlerimizden biri de "insan doğasına en uygun MR" olarak tanımladığımız Magnetom Vida. Yeni 3 Tesla MR görüntüleme sistemimiz Magnetom Vida, Compressed Sensing görüntüleme teknolojisinin kapsamını daha da genişletiyor. Klinik MR uygulamalarında yepyeni bir çağın kapısını aralayan Compressed Sensing uygulaması, sıra dışı bir hız sunuyor. Bu teknolojiyle MR görüntüleme işlemi, eskiye kıyasla çok daha kısa sürelerde tamamlanabiliyor.

Son olarak, iF Tasarım Ödülü'ne layık görülen Artis pheno anjiyografi sistemimizden söz edeyim. Artis pheno; minimal düzeyde invazif cerrahi, girişimsel radyoloji ve girişimsel kardiyoloji için özel olarak geliştirildi. Daha önce sunduğumuz sistemlere kıyasla 2D görüntülemede çözünürlüğü dört kat artırırken taramayı da yüzde 15 ile 68 oranında hızlandırabiliyor. Bu avantajlar, görüntüleme sürecinde daha düşük miktarda kontrast madde kullanan *syngo* DynaCT 3D görüntüleme yazılımı ile sağlanıyor. Ayrıca cihaz geniş C-kol tasarımıyla kilolu hastalara daha geniş bir alan sunabiliyor.

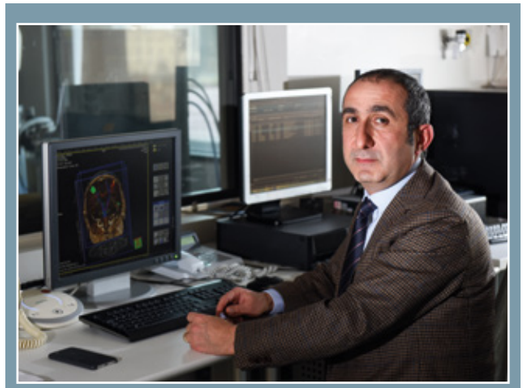
Radyoloji alanındaki yeni teknolojileri ve çözümleri örnek olgular eşliğinde ele alan dergimiz *İnovasyon*'da yukarıda sözünü ettiğim cihazlar ve yazılımlarla ilgili detaylı bilgileri de bulabilirsiniz. Dergimizin 24. sayısına makaleleriyle destek veren tüm hekimlerimize ve yazarlarımıza, ayrıca bu sayıda keyifli bir söyleşi yaptığımız değerli hocamız Prof. Dr. Ercan Karaaslan'a çok teşekkür ediyor, içeriğin sizin için doyurucu olacağını umuyorum. Dergimizi geri bildirimlerinizle daha da zenginleştirmek isterseniz, tüm yorum ve değerlendirmelerinizi nesrin.kalay@siemens.com adresine iletmenizden mutluluk duyacağız.

Saygılarımızla,

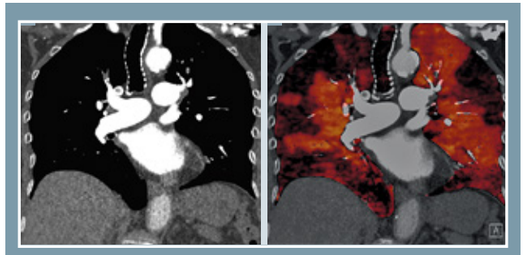
Şevket On
Siemens Healthineers Türkiye

RSNA ve ECR Özel Sayısı

4
Hastalarınız kadar özel: ARTIS pheno

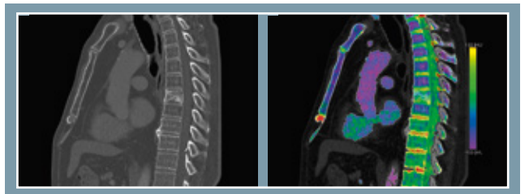


10
Prof. Dr. Karaarslan: "Eskiden radyolojik tanılara lezyonların morfolojik özelliklerine göre karar verilirdi, artık bu dönem geride kaldı."



36
Dual Enerji perfüzyon haritaları multipl periferik pulmoner embolide perfüzyon defektlerini ortaya koyuyor

4 Hastalarınız kadar özel: ARTIS pheno
9 Artis with PURE, yeni ACUSON Freestyle Elite ile buluşuyor – İlk görüşte aşk
10 Prof. Dr. Karaarslan: "Eskiden radyolojik tanılara lezyonların morfolojik özelliklerine göre karar verilirdi, artık bu dönem geride kaldı."
15 Koroner stenoz – Düşük dozda optimize tedavi kararı
16 Adenozin-stres testi Dual Enerji BT kullanarak, MR'da görülmeyen bir miyokardiyal perfüzyon defektinin ortaya çıkarılması
18 Biograph mMR kullanarak PET-MR'da hareket düzeltme
23 Transarteryal kemoembolizasyon sırasında konik ışın BT'yi tam potansiyeli ile kullanmak
26 Prostatın transüretral MR termometri kılavuzlu ultrasonla ablasyonu – TULSA-PRO cihaz denemesinin 1. evresinde Heidelberg Deneyimi
34 Kapsamlı bir kardiyak BT incelemesi – BT anjiyografi, BT stres perfüzyonu ve geç kontrastlı BT
36 Dual Enerji perfüzyon haritaları multipl periferik pulmoner embolide perfüzyon defektlerini ortaya koyuyor
38 Küçük hücreli akciğer kanseri metastazlarına bağlı kemik iliği ödemine Dual Enerji BT ile tanı koyma
40 Tüm vücutta eşzamanlı çoklu-kesit hızlandırılmış difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile ilk klinik deneyimler
46 PETRA ve StarVIBE ile vasküler kalsifikasyonun görüntülenmesi
48 Tanısal görüntüleme için miyelinin hızlı tespiti (REMyDI)
52 2D radyografik ve 3D konik ışın BT görüntüleme için ikiz robotik x-ray sistemi
57 Klinik bilgisayarlı tomografide foton sayan dedektörler
60 Periferik arter hastalığı için run-off BT anjiyografi
62 Doz performansı şeffaflaşıyor
66 Tümör besleyici damarlar karaciğer embolizasyonu yapılırken otomatik olarak tespit ediliyor
68 Tek ünite, tek sistem, tüm uygulamalar
72 İnfantta torasik vasküler halkanın milisevert altı değerlendirmesi
74 LiverLab ile demir kantifikasyonu



38
Küçük hücreli akciğer kanseri metastazlarına bağlı kemik iliği ödemine Dual Enerji BT ile tanı koyma

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 Healthcare Sağlık A.Ş. Adına Sahibi Soley Güzel **Genel Yayın Direktörü (Sorumlu):** Şevket On
Yayın Editörü: Prof. Dr. Mehmet Ertürk **Yayın Türü:** Yaygın-süreli-üç ayda bir
İçerik ve Tasarım Uygulama: Konak Medya Cebesoy Sokak Aziz Apt. No: 13 Daire: 4 34734 Sahrayıcedit-Kadıköy / İstanbul
e-Posta: bilgi@konakmedya.com **Telefon**: 0216 350 03 03 **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 da sizler için zengin bir içerik hazırlamayı hedefledik. Doğrusunu isterseniz pek de zorlanmadık. RSNA (Radiological Society of North America) etkinliği 2016 Kasım ayının son Pazar günü Amerika Birleşik Devletleri'nin Chicago kentinde başlayıp, bir haftaya yakın devam etti. ECR (European Congress of Radiology) 2017 etkinliği ise Mart ayının ilk Çarşamba'sı Avusturya'nın başkenti Viyana'da başlayıp beş gün sürdü. Her iki kongre de dev bilimsel toplantılar ve dünya radyolojisinin bir yıl boyunca gündemini belirleyen zirveler olarak kabul ediliyorlar. Tahmin edebileceğiniz gibi bu devasa toplantıların ardından yazılacak konu bulmak hiç de zor olmadı. Sonuç olarak, bu sayıda her iki kongrede tanıtılan teknolojik yeniliklerin bir kısmını sizler için özetlemeye çalıştık. Türk Manyetik Rezonans Derneği'nin Ankara'da yapılacak olan yıllık bilimsel toplantısına yetiştirmeyi planladığımız bir sonraki sayıyı da aynı yaklaşım ile hazırlıyoruz.

Sayfaları karıştırdığınızda göreceksiniz; konularımız arasında bilgisayarlı tomografi, Dual Enerji uygulamaları, manyetik rezonans görüntüleme, demir kantifikasyonu, anjiyografik girişimlerde kişiselleştirme, "cone beam tomography", radyasyon doz yönetimi ve hibrit görüntüleme uygulamaları var. Geniş bir yelpazeyi ele almaya çalıştığımızın farkındayım. Bu sayede radyoloji disiplininin hem yatay hem de dikey olarak ne kadar kapsamlı olduğunu bir kez daha görmüş olacağız.

Yazımın başında RSNA 2016 ve ECR 2017'den bahsetmiştim. Bu yıl RSNA'ya toplam olarak 54.037 kişi katıldı. Katılımcıların 26.988'i profesyonel katılımcı (örneğin firma temsilcileri) idi ve 1.813 tanesi ise "virtual-only" olarak tabir edilen ve tüm toplantıyı uzaktan, internet üzerinden takip eden kişilerdi. Profesyonel katılımcıların sayısının fazlalığı RSNA'nın aynı zamanda kapsamlı bir "endüstri fuarı" olduğunun da en iyi göstergesi. "Virtual-only" katılımcı sayısının 2.000'e yaklaşmış olması ise tıp kongrelerinde yeni bir trendin habercisi olarak kabul edilebilir. Kongrelerin nasıl evrileceklerini hep beraber göreceğiz.

ECR'da ise bu sene bir rekor kırıldı ve toplam katılımcı sayısı 26.829 olarak açıklandı. Bu sayının içinde 12.000 kadar profesyonel katılımcı ve 6.000 kadar da "online izleyici" bulunmakta. Gördüğünüz gibi ECR da RSNA gibi çok önemli bir endüstriyel fuar haline gelmiş durumda. Örneğin Siemens yeni üst düzey 3T MR cihazı Magnetom Vida'nın tanıtımını ilk olarak Viyana'da yaptı. "Online izleyici" sayısının fazlalığı ise bahsettiğim trende dair bir diğer işaret.

Göreceğiniz gibi radyoloji her gün biraz daha sofistike bir hale geliyor. Aslında dünya değişiyor, yeni bir sanayinin eşiğinde olduğumuz iddia edilebilir. Mayıs sonunda Ankara'da yapılacak TMRD 2017 toplantısında tüm bunları konuşmak üzere buluşalım diyor ve her birinize en derin saygılarımı sunuyorum.

Prof. Dr. Şükrü Mehmet Ertürk
Yayın Editörü

Hastalarınız kadar özel: ARTIS pheno

Hızla değişen hasta demografisi için özel olarak geliştirilmiş bir görüntüleme sistemiyle Siemens Healthineers, minimal düzeyde invazif tedavinin sunulmasında gelişim sağlıyor.

Girişimsel suitler ve hibrit ameliyathanelerdeki modern görüntüleme sistemleri, dünyanın her yerindeki doktorların, hastalar için sonuçları iyileştirmelerini mümkün kılıyor. Robotiğin ve son teknoloji ürünü görüntü kılavuzluğunun güçlü birleşimi, -daha küçük ve uzmanlaşmamış hastanelerde bile- minimal düzeyde invazif tedavileri gerçekleştirmeyi daha güvenli ve kolay kılıyor.

Her hasta ve prosedür kendi açısından bir zorluk ortaya koyduğu için, her durumda optimal tedaviyi nasıl sağlayabilirsiniz? Sürekli yüksek kaliteyi nasıl koruyabilirsiniz?

Siemens Healthineers™ bu sorular için gerçekten ilham verici bir yanıt geliştirdi: ARTIS pheno®[1].

Alışılmamış ve yeni

Siemens Healthineers, geçmişten bu yana sağlık alanında çığır açan bir marka. İleri seviye tedavi için görüntüleme çözümleri alanında, Artis zeego, gelişmiş klinik uygulamalar için gerekli robotiklerin özgün esnekliğini sunan ilk sistemdi. Artis zeego, C-kolun ve eğimli veya bölümlenmiş masaların akıllı koordinasyonu gibi tamamen yeni imkanlar sağlayarak görüntülemede devrim yarattı.

ARTIS pheno'nun piyasaya sürülmesi ise yeni bir dönemin başlangıcına işaret ediyor. Siemens Healthineers, bir defa daha sınırları zorlayan, yepyeni bir sistemin mühendisliğini gerçekleştirdi. Bu sistem, daha az invazif tedavileri teşvik etmek için robotik görüntülemeyi daha da genişletiyor. Sistemin klinik uygulamalara yönelik büyük potansiyeli, her bir hasta için farklı olanaklar sunabiliyor.

ARTIS pheno, girişimsel radyoloji ve cerrahi için kapsamlı bir çözüm. Hannover Medical School'da Diagnostik ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü Başkanı Dr. Frank Wacker gibi doktorlar için, ellerinin altında kapsamlı bir cihaz bulunması büyük önem taşıyor. Dr. Wacker şunları söylüyor: "ARTIS pheno'nun geniş çekim modları yelpazesi, girişim sırasında karar vermeyi ve optimal sonuçları destekliyor." ARTIS pheno, geniş bir klinik kullanım yelpazesinde sıra dışı görüntüleme kalitesi sunuyor. Dr. Wacker'a göre, "Bu, teknik olarak zorlayıcı prosedürler sırasında önemli bilgiler sağlıyor, büyük komplikasyonları önlememize yardımcı oluyor, tam bir tedavi sağlıyor ve sonuçları belgeliyor." Bu yeni ve sıra dışı sistemle, sağlık kuruluşları mümkün olan en iyi hasta sonuçlarını sunmak üzere donatılmış oluyor.

Tam zamanında

Dünyanın en gelişmiş tam kapsamlı görüntüleme sisteminin piyasaya sürülmesi, değişen hasta demografiğinin tedavisi için yeni yaklaşımların gerekli olduğu bir döneme denk geliyor. Sağlık durumları ve hastalıklar, on yıl öncesine göre bile farklı. Gittikçe daha çok sayıda insan ortalamadan uzun yaşarken, sağlık sorunları da çoğalıyor. Sağlık sistemi artık eskiden nadir görülen bazı hastalıklarla rutin bir şekilde uğraşıyor. Birçok hasta, sadece uzmanlık alanlarında kapsamlı bir eğitime sahip olan doktorların sağlayabileceği karmaşık tıbbi tedavilere ihtiyaç duyuyor. Ancak, gelişmiş beceriler ve özen, hastalar açısından madalyonun sadece bir yüzü. Hibrit ameliyathaneler ve girişimsel suitler de dahil olmak üzere, steril çalışma koşulları tedavi zincirinde büyük öneme sahip, ancak hastaneler, kapsamlı enfeksiyon kontrolünün önemini yeterince ciddiye almayabiliyor.

ARTIS pheno işte bu noktada devreye giriyor: Sağlık kuruluşlarına, minimal düzeyde invazif tedavideki en yeni gelişmeleri kullanarak zorlu hasta gruplarına hizmet vermek için ihtiyaç duydukları gelişmiş robotiğin ve son teknoloji ürünü yazılımların akıllı bir birleşimini ve her zaman son teknoloji ürünü enfeksiyon kontrolü sağlama imkanını sunuyor.

Sınırsız potansiyel

ARTIS pheno, üç hedef düşünülerek tasarlandı:

- **hasta odaklı tasarım sunmak**
- **son teknoloji ürünü prosedürlere hazır olmak**
- **steril çalışma ortamlarına odaklanmak**

Bu üç amaç için özel olarak tasarlanan bu görüntüleme sistemi bir dizi avantaj

"ARTIS pheno'nun geniş çekim modları yelpazesi, girişimler sırasında karar vermeyi ve optimal sonuçları destekliyor."

Dr. Frank Wacker

Diagnostik ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü,
Hannover Medical School,
Hannover, Almanya

sağlıyor. Hastalar, daha düşük doz ve daha düşük kontrast madde, daha fazla hasta konforu, daha güvenli tedavi yaklaşımları ve daha iyi klinik sonuçlardan yararlanırken hastaneye tekrar yatırılma riski azalıyor ve hayat kalitesi artıyor. Sağlık tedarikçileri için ARTIS pheno'nun anlamı şu: daha yüksek düzeyde rekabet gücü, sevk gerçekleştiren doktorlarla daha uzun vadeli güven ilişkisi ve özel ihtiyaçları için optimum tıbbi bakım arayışıyla dünyanın farklı yerlerinden gelen hastalar.

Her türlü hasta grubunu tedavi edin

Bazı hasta grupları, hastaneler için ciddi bir zorluk teşkil ediyor ve bu gruplardaki hastaların sayıları da artıyor. Obezite hastalarının sayısı her zamankinden daha fazla (1980'dekinin iki katı). [1] Çoklu morbiditeye sahip ileri yaşta hastaların sayısı artıyor ve dünyadaki 60 yaş ve üstü popülasyonun oranının 2050 itibariyle yaklaşık iki katına çıkması bekleniyor [2]. Yaşlılıkla birlikte gelen hassasiyet, vücut kitle endeksindeki artışla ve diyabet gibi yaşam tarzı kaynaklı hastalıklarla bir araya geldiğinde, son derece uzmanlaşmış tedavilere ihtiyaç duyan bir hasta popülasyonu üretiyor.

Doktorlar, vaka ne kadar karmaşık olursa olsun, her hastanın optimum tedaviyi hak ettiğini biliyorlar. ARTIS pheno bu amaçla tasarlandı. Hem donanım hem de yazılım bakımından önemli avantajlarıyla, kilosu, hastalığı veya konumlandırma ihtiyaçları ne olursa olsun her hastadan diagnostik görüntü alınmasını sağlıyor. Benzersiz 3D yumuşak doku görüntülemesiyle, çekim işlemi masa başında saniyeler içerisinde gerçekleşiyor.

Prosedür odalarında optimum steril koşullar için tavana monte edilmeye gerek kalmayan, eğimli masalı ARTIS pheno.

ARTIS pheno, prosedür sırasında tutarlı kalite kontrolü sağlıyor...

Ayrıca sağlık personelinin, her bir hastaya üst düzey tedavi sunulması için ihtiyaç duyduğu desteği sağlıyor.

Komorbiditesi olan hastaların görüntülenmesi artık sorun olmuyor. Sağlık tedarikçileri hızlı taramalar, optimize edilmiş görünürlük ve üstün konumlandırma esnekliği kazanmış bulunuyor. Girişimsel görüntüleme için büyük bir avantaj sağlayacak şekilde, ARTIS pheno benzersiz bir performans ve transjuguler intrahepatik porto-sistemik şant (TIPS) gibi özel prosedürler sırasında ultra düşük dozlu görüntülemeyi daha da geliştirme potansiyeli sunan yeni zen40HDR flat dedektöre sahip. Hem flor hem de edinim için canlı 2k görüntüleme, masa başındaki büyük ekranda tam çözünürlükte en küçük ayrıntıları bile gösteriyor. Yeni StructureScout, tüm önemli materyallerin doz-optimize görselleştirmesine izin veriyor ve gelişmiş görüntü kontrastı davranışı sergiliyor.

syngo DynaCT® tarama süreleri artık daha kısa ve Dr. Wacker'ın açıkladığı gibi, bu da böbrek yetmezliği olan hastaları tedavi etmeyi kolaylaştırıyor: "Anjiyo suitinde hasarlı böbrek fonksiyonuna sahip, komorbidite riski bulunan çok sayıda hasta görüyoruz. Daha kısa *syngo* DynaCT tarama süreleri, hem toraksta hem de abdomende 3D anjiyografi sırasında iyotlu kontrast maddenin oranını %15'e varan oranlarda azaltmaya yardımcı oluyor."

Renal sorunları olan hastalar için başka faydalar da sağlanıyor: 2D görüntülemede, iyotlu kontrast madde yerine CO_2 tercih ediliyor. Bu iyi bilinen kontrast maddenin güvenli kullanımı için (örneğin periferik prosedürler sırasında) ARTIS pheno, hastaların eğimli bir masada periferik akış için ayakları yukarıda bir şekilde konumlandırılmalarına imkan veriyor.

Çoklu-eğimli masanın ve benzersiz esnek izo-merkezin kombinasyonu, radyologlara hastanın konumlandırılması açısından benzersiz bir kontrol sağlıyor ve çalışırken radyologların kendi konforlarını da artırıyor. Bu aynı zamanda, ARTIS pheno'nun kilolu hastalar için ideal olduğu anlamına da geliyor. Doktorlar, kendi boylarına, hastanın kilosuna ve açılandırma ihtiyaçlarına göre adaptasyon sağlayabildiklerinde, mekan ve konumlandırma ihtiyaçlarını karşılamak hiç zor olmuyor. Maksimum 280 kg hasta kilosuyla, çoklu-eğimli masa, yüksek materyal bütünlük sağlıyor. Kolay hareket ettirilebilen masaüstünü kullanırken –masa eğildiğinde veya genişletildiğinde bile- hastayı konumlandırmak için ekstra efor gerekmiyor. Radyal kol panosu, 2D veya 3D görüntülemeyi hiçbir şekilde sınırlandırmıyor. C-kolun 95,5 cm'lik kullanılabilir genişliği, hazırlık ve prosedür sırasında daha fazla özgürlük sağlıyor.

Hastaya takılı bulunan araçlar, iğneler, teller ve cihazlar bile ciddi bir zorluk yaratmıyor: geniş C-kol, karmaşık kurulumlar etrafında kolay rotasyona izin veriyor. Esnek izo-merkez sayesinde hasta konumlandırma seçenekleri ve çalışma yüksekliği ayarları sınırsız oluyor.

ARTIS pheno, Trumpf ve Maquet'in cerrahi masalarını tamamen entegre ediyor ve sağlık kuruluşlarına, bölümlenmiş bir masaüstüne ihtiyaç duyulan tedaviler sırasında daha fazla esneklik sağlıyor. Sistem ayrıca anjiyo sistemini, ilk kablosuz ultrason sistemi olan ACUSON Freestyle ile bağlantılandıran Artis Freestyle Access'e de uyumlu. Kablosuz problar, konforlu operasyon ve steril alanda daha düşük kontaminasyon riski sunuyor. Hasta kaydının sadece ARTIS pheno'da tamamlanması gerekiyor – veriler daha sonra Freestyle'a transfer ediliyor ve bu da zaman tasarrufu sağlıyor ve yazım yanlışlarını önlüyor. Tüm bu faydalar, komplikasyon oranlarını azalttığı kanıtlanan vasküler erişim için ultrason kılavuzluğunun kullanımını kolaylaştırıyor.

ARTIS pheno, örneğin CO_2 görüntülemede optimum hasta konumlandırması sağlıyor.

Her türlü prosedürü gerçekleştirin

Sürekli gelişen medikal özellikler sayesinde, günümüz sağlık kurumları, hastaların yaşam kalitesini iyileştirmek için daha geniş bir seçenek yelpazesine sahip bulunuyor. Hastaneler, rekabette öne çıkmak ve hem hastaları hem de sevkleri kendilerine çekmek için sürekli yeni yollar arıyorlar. Minimal oranda invazif yeni teknolojileri sunmak, bunu başarmanın yollarından biri. Ancak bu, yüksek düzeyde uzmanlaşmış tekniklere odaklanmış, kapsamlı eğitime sahip tıbbi personel gerektiriyor.

ARTIS pheno, girişteki engelleri azaltmak ve minimal düzeyde invazif tekniklerin rutin kullanımını kolaylaştırmak için tasarlandı. Bu, sağlık kuruluşlarının tedavi portföylerini, en güncel prosedürlerle genişletmelerini ve en karmaşık prosedürleri sunmalarını sağlıyor.

ARTIS pheno'nun hedefe odaklı özellikleri, komplikasyon oranlarını azaltmaya, kullanıcı deneyimini geliştirmeye ve prosedür sonuçlarını iyileştirmeye yardımcı oluyor.

Minimal düzeyde invazif tedavi sunmak için Siemens Healthineers ile işbirliği yapmak, hastanelerin en yeni prosedürleri gerçekleştirmelerini, hastaları ve meslektaşları gözünde itibarlarını artırmalarını mümkün kılıyor.

ARTIS pheno ile sağlık kuruluşları hem standart hem de karmaşık EVAR prosedürlerine hazır. Aort anevrizmasını onarmak, mutlak bir konsantrasyon gerektiren hassas bir iş; uzun süreli planlama ve hazırlık ise dikkat dağıtıcı olabiliyor. ARTIS pheno, -fenestre EVAR dahil olmak üzere endovasküler onarım için ilk destekli iş akışı olan- EVAR Guidance Engine ile tüm bu dikkat dağıtıcı süreçleri önlüyor.

Hazırlık sırasında merkez hatları hızlı bir şekilde hesaplanıyor, ostiyal halkalar görselleştiriliyor ve optimum stent yerleştirme bölgeleri, girişim öncesi BT taramasına dayalı olarak öneriliyor. Veri setinin kaydı, iki fluoro projeksiyonu kullanılarak masa başında gerçekleştirilebiliyor ve bu da doz tasarrufu sağlıyor. Füzyon görüntülemesi, optimum projeksiyon için kolay hedef damar seçimi ve otomatik C-kol hareketi dahil olmak üzere, prosedür boyunca destek sağlıyor. Stent uygulamasının sonuçları, hasta hâlâ masadayken *syngo* DynaCT kullanılarak değerlendirilebiliyor ve bu da anında düzeltme yapmaya ve optimum tedavi sonuçlarını teyit etmeye izin veriyor.

Kompleks transarteriyal kemoembolizasyon (TACE), ARTIS pheno'nun ciddi oranda basitleştirdiği bir diğer son teknoloji ürünü tedavi. TACE, tümör besleyicilerinin doğru tespit edilmesini ve reküransı önlemek için tümörün tam bir şekilde embolizasyonunu gerektiriyor. *syngo* DynaCT 360 ile sağlık personeli, girişimsel onkoloji prosedürlerini geliştirmek için –tümör anatomisi ve tüm karaciğerdeki besleyici damarlar dahil olmak üzere- tüm abdomenin kapsanmasından faydalanıyor. Otomatik besleyici tespitine sahip *syngo* Embolization Guidance sayesinde embolizasyon için optimum tedavi pozisyonlarını tanımlamak da daha kolay oluyor. Bu yeni planlama ve kılavuzluk aracı, kullanıcı etkileşimini tek bir tıklamaya indirgiyor ve bir örtüşme fonksiyonu sayesinde daha düşük doz ve kontrast maddeyle daha

Kapsamlı bir temizlik konsepti, optimum enfeksiyon kontrolünü destekliyor. Ecolab'ın EnCompass™ Takip Programı temizliğin doğrulanmasını mümkün kılıyor.

ARTIS pheno'nun kolay operasyonu için yeni masa yanı modülleri.

hızlı navigasyonu mümkün kılıyor. Tümörlerin tam devaskülarizasyonunu teyit etmek ve hastaların daha ilk baştan uygun olup olmadıklarını kontrol etmek için, *syngo* DynaPBV Body embolizasyondan önce ve sonra kan hacmi seviyelerini değerlendirme fırsatı sunuyor.

Optimum enfeksiyon kontrolü

İnvazif girişimleri azaltan görüntü kılavuzlu prosedürlerle, hastaneler daha en baştan optimum sağlık sonuçlarını garanti edecek şekilde, sağlık konusundaki endişelere daha bütüncül yanıt verebiliyor. Bakteriler ve virüslerin yayılması için birçok fırsat bulunduğundan, sorunsuz enfeksiyon kontrolü süreçleri anahtar öneme sahip. Sağlıkla ilişkili tüm enfeksiyonların %20'si cerrahi bölge enfeksiyonları ve bunlar hastanede daha uzun kalınmasına ve kötü hasta sonuçlarına neden oluyor. Sadece ABD'de, bu, yıllık sağlık harcamalarının 3,5 milyar $ ile 10 milyar $ arasında artmasına neden oluyor. [3]

Ancak mesele sadece cerrahi değil, radyoloji de tedavi zincirinin vazgeçilmez bir parçası ve bu nedenle benzer enfeksiyon risklerine maruz kalıyor. Pasif enfeksiyon kontrolünün ideal olarak daha en baştan medikal cihazlara entegre edilmesi gerekiyor. Sadece temizlemek genellikle yeterli olmuyor çünkü yüzeyler temiz tutulsa bile, medikal ekipmanlardaki girintiler ve ulaşılması zor yerler ihmal edilebiliyor. ARTIS pheno, enfeksiyon kontrolü düşünülerek geliştirildiği için bu meselelerin üstesinden geliyor.

Pürüzsüz anti-mikrobiyal yüzeylere ve bütüncül bir temizlik konseptine sahip olan sistem, son teknoloji ürünü sterilizasyon gerekliliklerini yerine getirirken, her türden hastanın optimum bir şekilde tedavi edilmesini de sağlıyor.

ARTIS pheno, tedavi zincirinin her aşamasında sağlık personelini, en yüksek enfeksiyon kontrolü standartlarını sürdürmeleri için teşvik ediyor. Pürüzsüz yüzeyler ve mükemmel şekilde kilitlenmiş kapaklar, dökülmelere karşı koruma sağlıyor ve temizliği kolaylaştırılıyor. Anti-mikrobiyal boya katmanı, bakterileri daha en baştan durduruyor. ARTIS pheno'nun masa yanı pilot modülü, dokunmatik kontrollere sahip ve tamamen sıvı geçirmez. Dahili kablo kılavuzluğu, temizliği kolaylaştırıyor, odadaki hareket eden parçaları minimum seviyede tutuyor ve C-kol görüntüleme pozisyonundayken bile hastanın üzerinde steril bir hava alanı sağlıyor. Hastane ortamlarındaki temizlik seviyeleri sağlık sonuçlarını önemli ölçüde etkilediği için, görüntüleme sistemlerinin temizliği mümkün olduğunca basitleştirmeleri ve steril operasyonu, karmaşık bir ek aşama yerine bir standarda dönüştürmeleri büyük bir öneme taşıyor. Siemens Healthineers, ARTIS pheno için kapsamlı bir temizlik konsepti olan CleanGuide'ı geliştirmek üzere Ecolab ile işbirliği yaptı. CleanGuide, deterjanlara ilişkin öneriler içeriyor ve doğrulanmış sonuçlar elde etmeye yardımcı olan temizlik yöntemleri ve teknikleri öneriyor. Bu da sağlık kuruluşlarına, hiçbir şeyi şansa bırakmadan, her zaman için en yüksek enfeksiyon kontrolü standartlarını sürdürme imkanı sağlıyor.

En üst düzey tedavinin desteklenmesi

İnovasyon bugünlerde her alanda gündemde olan bir konu, ancak bu, her yeni teknolojinin gerçekten çığır açıcı nitelikte olduğu anlamına gelmiyor. Ama ARTIS pheno çıtayı gerçekten de yükseltiyor: Genel tedavi kalitesinden ödün vermeden, son teknoloji ürünü enfeksiyon kontrolü sağlarken herhangi bir prosedürü kullanarak her hastanın tedavi edilmesini mümkün kılıyor. Hasta kim olursa olsun, ARTIS pheno doktorların, prosedür sırasında kaliteyi korumalarını sağlıyor. Hasta dostu ve en ileri tıp teknolojisine sahip bu sistemle, prosedür ne olursa olsun optimum tedavi mümkün oluyor. Enfeksiyon kontrolü de önemli olduğundan, hiç çaba gerektirmeden temizleme ve steril operasyon her zaman için mümkün oluyor.

ARTIS pheno ile hastalar herhangi bir özel hazırlığa gerek duymayacak ve sağlık kuruluşları da hastanın bireysel ihtiyaçlarına göre tedavi sunabilecek. Cihazın her prosedür ve hasta için optimum şekilde hazırlanmış olması kulağa fütüristik gelebilir, ancak bu teknoloji çoktan kapıyı çaldı bile.

Referanslar

1 Özet: "Obesity and overweight", Haziran 2016, Dünya Sağlık Örgütü, www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en, accessed Ağustos 2016.

2 Özet no. 404: "Ageing and health", Eylül 2015, Dünya Sağlık Örgütü, www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en, accessed Ağustos 2016.

3 Deverick J. Anderson ve ark., "Strategies to Prevent Surgical Site Infections in Acute Care Hospitals: 2014 Update," Infection Control and Hospital Epidemiology 35, no. 6(2014): 605 – 627.

İletişim

simone.henrichs@siemens.com
michael.martens@siemens.com

Artis with PURE, yeni ACUSON Freestyle Elite ile buluşuyor – İlk görüşte aşk

Vasküler erişim için ultrason kılavuzluğu, ponksiyon bağlantılı komplikasyon ihtimalini azaltmak ve ponksiyon başarısını artırmakta kullanılıyor.

Ancak, ultrason sistemini girişimsel prosedürün bir parçası haline getirmek, normalde iş akışını kesintiye uğratan ek adımlar gerektiriyor. Bunların arasında, ultrason sistemini konumlandırmak, hastayı ikinci bir sisteme kayıt etmek, transdüserleri donatmak ve eğer dokümantasyon gerekiyorsa görüntüleri iki farklı sistemden PACS'a göndermek bulunuyor. Prosedür iş akışındaki kesintiler, ultrasonu kullanma motivasyonunu azaltabiliyor ve fluoroskopi veya palpasyon gibi diğer görüntüleme yöntemlerine yönelinmesiyle sonuçlanabiliyor.

Anjiyografi prosedürleri sırasında ultrason kılavuzluğunu büyük ölçüde kolaylaştırmak için Siemens Healthineers, 2016 RSNA'da tanıtılan yeni bir konsept geliştirdi. Konsept, başarısı kanıtlanmış özelliklere sahip iki lider sistemi birleştiriyor: Artis with PURE® anjiyografi sistemleri ve ACUSON Freestyle Serisinin bir parçası olan yeni ACUSON Freestyle™ Elite ultrason sistemi.

ACUSON Freestyle Serisi, kolay kullanım ve taramada daha fazla esneklik için kablosuz probları da olan, Siemens Healthineers'a özgü yeni nesil bir kablosuz ultrason sistemleri ailesi. Bu yeni nesil sistemler, Artis sistemiyle birlikte çalışmak için gerekli özelliklere sahip: Benzersiz sıfır kablo ve sıfır ayak izli ultrason çözümü, odadaki fazlalıkları azaltmaya ve girişimsel suitteki tehlikeleri minimize etmeye yardımcı olmanın yanı sıra, operasyonda da daha fazla esneklik sağlıyor. Kablosuz problar, Artis Büyük Ekranı'na monte edilmiş, yükseltilmiş bir antenle iletişim kuruyor. Tüm kablolar, tavana monte süspansiyon ile yönlendiriliyor ve zeminde hiçbir kablo kalmıyor. Ana ultrason ünitesi Artis Büyük Ekranı'nın arkasına monte ediliyor ve bu da hasta çevresinde boş alan bırakarak tamamen temiz bir zemin ve çeşitli çalışma pozisyonlarını mümkün kılacak bir esneklik sağlıyor.

Hasta kayıt bilgileri, Artis sisteminden otomatik olarak ACUSON Freestyle Elite'e transfer ediliyor ve bu da ultrason prosedürü için kurulum süresini azaltıyor. Muayenenin sonunda, hem anjiyo hem de ultrason görüntüleri otomatik olarak PACS'a gönderilebiliyor.

Bu optimum kombinasyonla, ultrason ve anjiyo görüntülemesi girişimsel çalışma alanında erişimi yeniden tanımlıyor.

Ürünün tıbbi cihaz kayıt işlemleri devam etmekte olduğundan satışı henüz yapılamamaktadır. Bu konuda yerel temsilcinizden bilgi alabilirsiniz.

Artis Freestyle Access: Artis with PURE anjiyografi sistemi ile ACUSON Freestyle Elite ultrason sisteminden oluşan ortak çözüm. Arkada yukarıya monte edilen anten (daire içerisinde, Artis Büyük Ekranı'nın sağ üst tarafında), kablosuz probdan sinyal alıyor (daire içerisinde). Ultrason görüntüleri daha sonra Artis Büyük Ekranında gösteriliyor.

“Eskiden radyolojide lezyonların morfolojik özelliklerine göre tanılarını koymaya çalışırdık. Artık bu dönem geride kaldı.”

Prof. Dr. Ercan Karaarslan

Değişen teknolojiyle birlikte, radyoloji uygulamaları da değişiyor. Bu değişimin hekimler ve hastaneler üzerindeki etkilerini Acıbadem Maslak Hastanesi’nde görev yapan Prof. Dr. Ercan Karaarslan ile konuştuk.

Acıbadem Sağlık Grubu bünyesindeki Maslak Hastanesi’nde görev yapan Prof. Dr. Ercan Karaarslan, radyoloji alanında 20 yılı aşkın sürede edindiği deneyimi genç meslektaşlarıyla paylaşmak ve yeni teknolojilerin sahaya yansımalarını aktarmak üzere sorularımızı yanıtladı.

Radyoloji, teknolojiyle birlikte sürekli gelişen bir dal. Bu bağlamda radyologların teknolojiyle olan ilişkisini nasıl değerlendiriyorsunuz?

Teknolojik gelişmeler hem endüstrinin, hem bilimin, hem de sağlık hizmeti veren kuruluşların dikkate alması gereken bir konu. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte giderek daha komplike cihazlar, daha gelişmiş ürünler ve daha yeni uygulamalar üretiliyor. Fakat gerek iş yoğunluğundan gerekse eğitim dönemindeki alışkanlıklardan kaynaklanan sebeplerle, özellikle kesitsel görüntüleme cihazları çoğu zaman hekimler tarafından kullanılmıyor. Elbette ki sağlık hizmetleri bir ekip işidir; yardımcı sağlık personeli, hemşireler, teknikerler, radyoloji uzmanları bir bütün olarak bu servisi verir. Yine de şunu unutmamak gerekiyor: Rapor yazmak kadar, çekimi doğru planlamak ve uygulamak da önemli. Gelişmiş teknolojiler sayesinde arka planda o kadar çok bilgi var ki cihazın yazılımı karşısında kaybolmamak elde değil. Kısacası çekimlerin planlanma ve uygulanma süreçlerinde hekimlerin daha aktif rol alması gerekiyor. Bir hekimin gün içindeki iş dağılımını düşündüğünüzde, cihazın başında bulunduğu süre günlük mesaisinin yüzde 5 ila 10’unu geçmiyor. Oysa bu tür komplike cihazların yönetimine daha fazla zaman ve emek vermek gerekiyor.

Diğer yandan, her yazılım güncellemesinde ya da her yeni modelde uygulamaların kullanıcılara anlatılması da önemli. Hekimin literatürü ve ilgili dokümantasyonu takip etmesi, kongrelere gitmesi, sunumları izlemesi gerekiyor. Fakat çoğu zaman işlemi yapan kişi hekim olmadığı için, cihazın gerçek kapasitesiyle kullanılmadığı durumlar söz konusu oluyor. Dolayısıyla diğer sağlık personelinin eğitimi büyük önem taşıyor. Hekimler olarak teknikerlerimizi ne kadar iyi eğitirsek o kadar iyi sonuç alırız. Gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı cihazlardan maksimum fayda sağlayabilmek için ya hekimlerin daha uzun süre cihaz başında oturabilmesi ya da radyoloji personelinin de hekimler gibi literatür takip edebilecek, farklılaşmış, eğitimli kişiler olması gerekiyor. Mevcut radyoloji teknikerliği eğitiminin süresi 2 yıl, fakat bütün bunların 2 yıllık bir eğitimle yapılması mümkün değil. Tekniker eğitimin metodolojisinin değiştirilmesi; süresinin uzatılması; BT ve MR gibi komplike teknikler konusunda uzmanlaşmış, doktora yapmış, yabancı dil bilen teknikerlerin yetiştirilmesi bir çözüm olabilir.

Radyologların uzmanlık eğitimi sürelerinin 5 yıla çıkarılmasını nasıl değerlendiriyorsunuz?

Bu çok önemli bir gelişme. Ben 20 yıl önce ihtisasımı tamamladığımda, 4 yıllık bir süre o zaman için bile yeterli değildi. Farklı modalitelerle ilk kez tanışan hekimin en az iki rotasyonlu eğitimi 4 yıla sığmayabiliyordu. Ama şunu da vurgulamak gerekir: Önemli olan, süreden ziyade o sürenin nasıl geçirildiği. Asistanların eğitim karnelerinde, her bir modalite ile kaç ay ve kaç prosedür pratik yaptıkları belirtilmeli. Burada bir standardizasyon sağlamak, asgari standartları ve sayıları belirlemek çok önemli. İhtisasta beşinci yıl olacaksa, 4 yılın üzerine eklenen son yılın asistanın tercihleri doğrultusunda planlanmasını çok önemsiyorum. Mümkünse, radyoloji uzmanlık öğrencisinin, kendi ilgisi ve gereksinimi doğrultusunda yurt içinde veya yurt dışında başka bir eğitim merkezinde eğitimini tamamlaya özendirilmesi ve cesaretlendirilmesi gerektiğine inanıyorum.

Sizce son dönemde radyoloji alanındaki en büyük gelişme nedir?

Eskiden radyolojik tanılara lezyonların morfolojik özelliklerine göre karar verilirdi, artık bu dönem geride kaldı. Multiparametrik MR inceleme ve multimodalite ile komplike hastalıkların ayırıcı tanısında daha çok şey söyleyebilir hale geldik. Gördüğümüz bir kitlenin perfüzyon özelliklerini, vaskülaritesini, difüzyon kısıtlamasını da en az şekli ve boyutu kadar önemsiyoruz. Bu, en önemli gelişmelerden biri oldu.

BT açısından, özellikle koroner arter, karaciğer ya da beyin perfüzyon görüntülemesi gibi hız ve dinamik çekimler gerektiren incelemelerde, uzun vasküler alanları düşük doz kontrast maddeyle ve düşük radyasyon dozlarıyla görüntüleme mümkün hale geldi. Eskiden daha invazif yöntemlerle tanıya ulaştığımız durumlarda bile bu tür gelişmiş BT ve MR görüntüleriyle artık vasküler ve vasküler dışı hastalıklarda tanıyı büyük oranda öngörebiliyoruz. Cihazların hızlanması ve daha önceki limitasyonları aşacak yeni protokol ve programların geliştirilmesi, bu programları daha çok ve daha sık kullanmamıza ve daha etkin tanı koymamıza yardımcı oluyor.

Ama elbette bu gelişmeler, süreçleri daha komplike hale de getirdi. Artık tanı koymak için eskisi gibi 3-4 sayfa film kullanmıyoruz. Eskiden 100-150 imajlık kesitlerle bir bölgenin BT veya MR incelemesini tamamlardık. Şimdilerde bazı komplike incelemelerde 4000 ya da daha fazla imaj alınan hastalarımız var. Bunların hastanın eski incelemeleriyle karşılaştırılması, tek tek incelenmesi ve yorumlanması çok zaman alıcı ve son derece dikkat gerektiren süreçler. Dijital imajların depolanması ve transferleri de sorunlar oluşturuyor. Teknoloji ve bilimin iç içe çalışmasıyla bu zorlukların daha kolay aşılabileceğini umuyorum.

Bu noktada teamplay gibi network bazlı sistemlerin, *syngo* gibi yazılımların olması büyük avantaj. Örneğin, bugünkü mesaimin bir kısmı, dün yaptığımız komplike MR incelemelerinin MR traktografilerinin, morfolojik görüntülerin, füzyonların işlenmesiyle ilgiliydi. *syngo*.via bu anlamda bize ciddi bir ufuk açtı. Eskiden daha uzun sürelerde ve daha zor yaptığımız işleri daha kolay, daha çabuk işlenebilir ve daha anlaşılır hale getirdi. Buna rağmen, işlemlerin talep edilme sıklığı da arttığı için biz yine zamanla yarışıyoruz.

Yurt dışında da bulunmuş bir hekim olarak radyolojide minimum doz konusunda gelinen noktayı nasıl değerlendiriyorsunuz?

Radyasyon güvenliği ve tıbbi cihazlardan kaynaklanan radyasyon dozu, dünyanın her yerinde çok konuşulan, güncel bir sorun. Çünkü doğal yolla alınan radyasyon dışında en büyük radyasyon kaynağı tıbbi uygulamalar. Bunun da en önemli sebebi BT'de kullanılan dozlar. Son 15-20 yılda BT kullanımının ve BT kaynaklı radyasyonun katbekat arttığını biliyoruz. Bu nedenle bu tür incelemelerin doktor talimatı olmadan, sadece tarama amaçlı yapılmasını doğru bulmuyoruz. Zaten bu konuda yapılmış çok sayıda bilimsel araştırma da var.

BT'nin gerekli olduğu durumlar da var elbette. O zaman da dozu, tanıyı engellemeyecek şekilde hastanın lehine kullanabilmek önem kazanıyor. Dozu etkileyen değişik faktörler var. Hastaya gönderdiğimiz kilovolt ve miliamper değerleri önemli göstergeler arasında yer alıyor, ama aynı zamanda alanın doğru seçilmesi, hastaların önceden bilgilendirilmesi ve tekrar çekime gerek kalmaması gibi konular da var. Daha da önemlisi, yeni teknolojili cihazların kullanılması. Dedektör teknolojisi ve tüp teknolojisindeki yenilikler ve yeni yazılımlar, daha önce standart bir incelemede alınan dozun bazen onda biri, bazen de çok daha düşüğüyle benzer kalitede görüntü alınmasını sağlayabiliyor. Özellikle akciğer kanserinin taramasında, düşük doz toraks tomografisi artık onkoloji dernekleri ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından da rutin uygulamaya girmiş bir çekim. Kümülatif doz ve radyasyon, hastaların da çok sorduğu bir konu. Radyoloji çalışanlarının ve cihazlarının akreditasyonları ve standartlarının geliştirilmesi, radyasyon güvenliği ve doz azaltımı açısından kaçınılmaz bir gelişmedir. Tüm dünyada bu anlamda akreditasyon ve standardizasyonun sağlanması, hem bu alanda çalışan bizlerin hem de cihazları geliştiren üretici firmaların mesleki sorumluluğudur.

MR'da tüm vücut görüntüleme uygulamaları özellikle hangi noktalarda hekimlerin işini kolaylaştırdı?

Tüm vücut görüntüleme aslında hekimlerden çok hastaların hayatını kolaylaştırdı. 2009'dan bu yana kurumumuzda bu uygulamayı yapıyoruz. Eskiden, özellikle onkoloji hastalarının yakınları, kendilerinde de benzer bir durumun yaşanması olasılığına karşı tarama yaptırmak istiyordu. Ama olasılık üzerine hareket ederek her bölgeyi ayrı ayrı çekip zaman ve para harcamak makul değildi. Maslak Acıbadem'de 2009 yılında başladığımız özel inceleme protokolü ile Acıbadem Grubu'nda bugüne dek yaklaşık 5000'e yakın tüm vücut MR inceleme yaptık. Bunların 2000'den fazlasını Maslak'ta tamamladık. Hastalarımızın bir kısmı lenfoma, kanser ve kanser predispozan hastalık tanısı ile takip edilen ve bazıları uzun takip süreçlerinde PET-CT ile dönüşümlü MR incelemesi yapılan hastalardı. Önemli deneyimler kazandık. Birçok insanın hayatına dokunduk. En son geçtiğimiz günlerde bir hastamızda, rutin check-up sırasında saptanmayan ancak tüm vücut MR incelemede akciğerde görülen 2 cm'lik tümörü metastaz yapmadan opere olmasını sağladık.

Tüm vücut MR diğer check-up yöntemlerinde inceleme alanına girmeyen birçok bölgenin kontrolünü sağlıyor. Baş, boyun, toraks ve gövde ile birlikte kas iskelet sistemi de büyük oranda inceleniyor. En önemlisi de bu incelemeden sonra elinizde hastanın normal vücut anatomisinin referans görüntüsü oluşuyor. Herhangi bir süre sonra gelişebilecek yeni bir lezyonu, daha önce var olandan ayrıt edebilmek adına bu çok değerli bir bilgi.

Çocukluk çağındaki onkoloji hastalarında ilgili bölgenin anestezi altında hem MR hem de PET-BT incelemesinin yapılması klasik bir yöntemdir. Biz tüm vücut MR incelemelerinde, PET-BT gerekliliğini büyük oranda azaltıp sistematik incelemeyi aynı seansta MR cihazında yapma konusunda son yıllarda oldukça fazla deneyim kazandık. Şimdi görüyoruz ki teknoloji PET ile MR'ı aynı cihazda birleştiriyor. Böylece hastaların farklı seanslarda, farklı zamanlarda, anestezi sürelerini uzatacak ve maliyetleri artıracak işlemler yerine, bir seferde PET-MR ile incelenmesi mümkün oluyor. Ülkemizde de başarıyla uygulanan bu yöntemin giderek yaygınlaşacağını düşünüyorum. PET-MR'da yeni metabolik belirteçlerin bulunması ve maliyetlerin düşürülmesi, bu yöntemin özellikle çocukluk çağı onkoloji hastalarında daha da çok kullanılmasına yardımcı olacaktır.

İntraoperatif uygulamalarda BT ve MR teknolojilerinin geldiği noktayı nasıl değerlendiriyorsunuz?

Klinisyenler, hastanın durumu hakkında kendilerine yardımcı olabilecek radyologlarla birlikte çalışmaya giderek daha çok ihtiyaç duyuyor. Bu uygulama radyoloji kliniklerinde ve ortak bilimsel toplantı rutinlerinde yapılıyor. Ama ameliyathanelere girişimiz biraz gecikti.

İntraoperatif dijital röntgen, ultrasonografi, hatta MR incelemeleriyle ilgili gittikçe artan tecrübeler hem Acıbadem Sağlık Grubu'nda hem de ülkemizde ve dünyada zaten mevcut. Artık gelinen nokta, hibrit oda konsepti. Ameliyathanelerde BT, MR, ultrason, anjiyo, hatta PET-BT sistemlerinin bulunduğu steril/yarı steril alanlar oluşuyor. Hekimler kesi yaptıklarında lezyon aramak istemiyorlar; lezyonun yerini tam olarak bilip ona en kısa yoldan ve normal dokuya minimal zararla ulaşmak ve lezyonu tamamen çıkarttıklarını ameliyat şartlarında görmek istiyorlar.

Bununla ilgili çok önemli örneklere tanık olduk. Cerrah, intraoperatif radyoloji desteği olmadan saatlerce arayabileceği bir lezyonu kolayca buluyor. Tamamen çıkardığını düşündüğü bir tümörün bir kısmının çıkarılmadığını o anda görebiliyor. Bu durumda ameliyat sahasını kapatmadan, yeniden rezeksiyon yapmaya gerek kalmadan tümörün geri kalanını da temizleyebiliyor. Böylece hastanın gelecek yaşamında artan risklere sebep olacak durumlar önlenebiliyor. İntraoperatif radyoloji desteği bu anlamda çok önemli. Çünkü eskiden yapılamaz denen çok daha fazla sayıda riskli ameliyat bugün yapılabiliyor. Bu süreçte cerrahların işini kolaylaştırmak gerekiyor. Bunların hepsi hibrit oda konseptinin getirdiği kazanımlar.

Radyoloji ile tıbbın diğer alanları arasında daha bütüncül bir yapı oluşturulması yönünde çalışmalar yapılıyor. Özellikle radyologlar ile cerrahların raporları birlikte değerlendirmesi gibi işbirliği süreçleri hakkında neler düşünüyorsunuz?

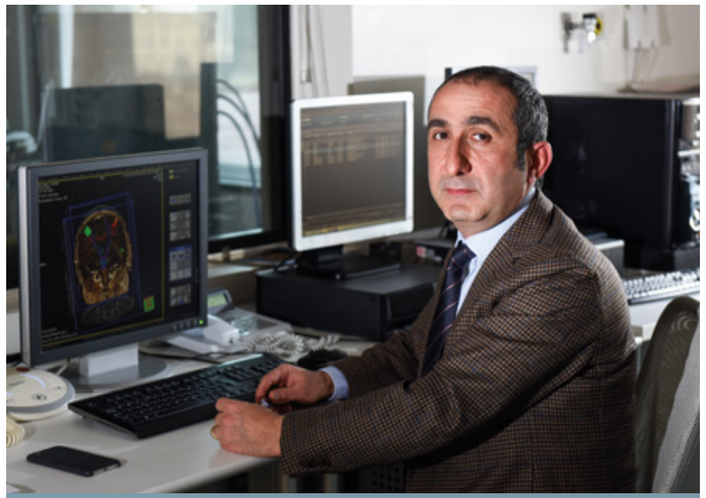
Bir bulgunun daha anlamlı olması için onu tetkike gönderen hekimin ve ön bulguların da paylaşılması ve mümkünse kritik vakalarda hekimler arasında temas sağlanması çok önemli. Hekimin hastayı muayenesi sırasında saptadığı küçük bir ayrıntı, yüzlerce imaj içinde radyoloğun gözünden kaçabilir. Bu yüzden hastanelerde artık bu atmosfer oluştu. Ama en önemli konu, bu işbirliğini sağlayabilecek zamanı ve bilgisi olan hekimlerin bir araya gelmesi. İş dağılımlarının bunu da hesaba katarak planlanması gerekiyor. Yüksek volümlü hastanelerde bu tür incelemelere vakit ayırmak her zaman kolay olmuyor. Özellikle devlet hastaneleri ve üniversite hastanelerinde bu zamanı bulmak daha da zor. Radyolog ile klinisyenin daha çok bir araya gelmesi, radyologların kliniğe gelen hastalara daha fazla zaman ayırabilmesi, bütün bunları sağlayacak altyapının oluşturulması gerekiyor. Çekilen bir görüntünün raporuna birkaç dakika ayırmak yeterli değil; çünkü o hastanın ameliyatına girecek ve belki de saatlerce ameliyatta kalacak cerraha bilgi vermeye zaman ayırmak zorundasınız. Radyolog, hastanın öyküsünü bilmeli, hastayla ilgilenen hekimin gereksinim duyduğu detayları hem raporda hem de yüz yüze açıklayabilmelidir.

Özellikle tümör tedavisi alan hastaların değerlendirilmesinde ve takiplerinde radyolojik yorumlamalar çok önemlidir.

Sizce görüntülemede bundan sonraki teknolojik gelişmeler neler olacak?

Uzmanlık sonrasındaki 20 yıllık meslek yaşamımda, teknolojiden beklediğimiz her şeyin bir süre sonra hayata geçirildiğini gördüm hep. Bugünkü beklentim ise, eldeki büyük miktarda verinin işlenmesi ve yorumlanmasının bizim için çok zaman alıcı ve sıkıntılı bir sürece dönüşmesinin önlenmesi. Sağlık teknolojisi artık görüntülerin normal ve anormal olanlarını bizim yerimize ayırt edebilecek bir yazılım oluşturmalı. Akciğerde, memede, kolonda CAD dediğimiz bilgisayar destekli tanı metodu zaten var. Bunu biraz daha geliştirmek, yaygınlaştırmak gerekiyor.

Buna ek olarak daha düşük radyasyonlu cihazların yaygınlaşacağını, daha hasta dostu, daha geniş açıklıklı, daha hızlı MR'ların piyasaya çıkacağını umuyorum. Her ne kadar çok büyük ilerleme kaydedilmiş olsa da ultrasonun daha da gelişebileceğini düşünüyorum. Artan nüfusla birlikte, radyoloji hizmetlerine yönelik talep de her geçen gün artıyor. Arka planda buna yetecek kadar uzman yetiştiremiyoruz. Bu nedenle de teknolojinin bize bu anlamda yardımcı olup işimizi kolaylaştırması gerekiyor.



Prof. Dr. Ercan Karaarslan kimdir?

1968 yılında Ordu'da doğan Prof. Dr. Ercan Karaarslan, 1991'de Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'ni bitirdikten sonra 1996 yılında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi'nde radyoloji uzmanlığını tamamladı. Ardından çeşitli hastanelerde çalışan Prof. Dr. Karaarslan, sekiz yıldır da Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Kliniği'nde ve Acıbadem Maslak Hastanesi'nde radyoloji uzmanı görev yapıyor. 20 yıllık uzmanlık yaşamında ağırlıklı olarak MR alanında çalışan Prof. Dr. Ercan Karaarslan misafir hekim sıfatıyla dönem dönem yurt dışında da bulundu. 2002'de University of Michigan'a, 2008 ve 2015 yıllarında Harvard Medical School bünyesindeki Brigham and Women's Hospital'a eğitim amaçlı ziyaretlerde bulundu. Prof. Dr. Karaarslan Türk Radyoloji Derneği, Türk Manyetik Rezonans Derneği, Türk Nöroradyoloji Derneği, European Society of Radiology ve European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology üyesidir.

Koroner stenoz – Düşük dozda optimize tedavi kararı

Yazı: Dr. Ralf Grötker, PhD

Dinamik miyokardiyal perfüzyon görüntüleme, koroner stenozun hemodinamik relevansının değerlendirilmesi konusunda yardımcı olabilir. İki yeni video, etkili muayene için ipuçları ve tüyolar veriyor.

Teknik açıdan zor olmasına rağmen miyokardiyal perfüzyon görüntüleme, çapraşık olmayan beş adımlı bir prosedür izliyor. Miyokardiyal perfüzyonun farklı parametrelerini gösteren görüntüleme veri setlerinden renk kodlu perfüzyon haritaları üretiliyor. Videolar, prosedürü ayrıntılı olarak açıklıyor.

Londra'daki Bart's Heart Centre'da, koroner BT anjiyografisi, göğüs ağrısı olan hastalara tanı koymak için yaygın şekilde kullanılan bir yöntem. Bart's'ta radyolog olan Dr. Francesca Pugliese şunları söylüyor: "Bazen bir CTA'nın sonuçları, arterlerin orta seviye lezyonlar görülen hastaların revaskülarizasyondan fayda görüp görmeyeceğini anlamamızı sağlamıyor." Bu hastaları tespit etmek için, Dr. Pugliese bir SOMATOM Definition Flash tarayıcı yardımıyla dinamik miyokardiyal perfüzyon görüntülemesi kullanıyor. Dr. Pugliese şunları ifade ediyor: "İlk bakışta, perfüzyon görüntüleme karmaşık bir süreç gibi görünebilir ancak iyi hazırlanmış bir ekiple, klinik uygulamada kesinlikle fizibilitesi bulunuyor." Önemli faydalardan biri: Statik yerine dinamik miyokardiyal perfüzyon, aynı zamanda kantitatif değerleri elde etme olasılığı da sunuyor. Dr. Pugliese'nin örnek olarak gösterdiği olgu, CTA'sında kalsifiye olmuş plaklar görülen ve bu nedenle stenoz riskine sahip olan 76 yaşında bir kadın hasta. Dr. Pugliese azalmış akış gösteren mavi alanlar bulunan, bazal sol ventrikülden apekse inen görüntülere göz atarken şu sonuca varıyor: "Perfüzyon görüntülemesinin sonuçları, BT anjiyografisinin neden olduğu şüpheyi doğruladı." Hasta, LAD boyunca koroner anjiyoplasti ile tedavi edildi.

Dr. Koen Nieman, PhD, tarafından verilen ipuçlarını ve tüyoları öğrenmek için QR kodu akıllı telefonunuza taratıp videoyu izleyin.

Dr. Francesca Pugliese'nin videosunu izlemek için QR kodu taratın.

Koen Nieman, PhD, ve Dr. Francesca Pugliese, videolarında klinik endikasyonları ve faydaları sergilemenin yanı sıra, başarılı miyokardiyal perfüzyon testi için ipuçları ve tüyolar da sunuyor.

Rotterdam'daki Erasmus Medical Center'ın Kardiyovasküler Görüntüleme Grubu Başkanı ve Yoğun Bakım Ünitesi Medikal Direktörü olan kardiyolog Dr. Koen Nieman, PhD, de benzer bir deneyime sahip. Nieman'ın ekibi, son derece hızlı rotasyon ve endsistolik tetikleme sağlayan SOMATOM Force ile çalışıyor. Dr. Nieman'a göre görüntüleme, revaskülerizasyon için optimal koroner arteri tespit etmeye yardımcı oluyor. Dr. Nieman şunu ifade ediyor: "Dinamik miyokardiyal perfüzyon görüntülemesi ile hem anatomik hem de fonksiyonel bilgilere anında erişmek mümkün oluyor ve bu da revaskülarizasyonun daha iyi planlanmasını sağlıyor." Perfüzyon görüntüleme hasta için hem rahat hem de güvenli. Dr. Nieman şunları söylüyor: "Tüm süreç otuz dakikadan kısa sürüyor ve radyasyon yükü de beş milisevert kadar düşük olabiliyor."

Dr. Ralf Grötker, PhD, çeşitli basılı ve çevrimiçi medya kuruluşlarının yanı sıra araştırma kuruluşları, vakıflar ve şirketler için bilimsel yazar olarak çalışmaktadır. Biyo-etik, STS ve Sürdürülebilirlik alanında uzmanlığa sahiptir.

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.

Adenozin-stres testi Dual Enerji BT kullanarak, MR'da görülmeyen bir miyokardiyal perfüzyon defektinin ortaya çıkarılması

Yazı: Dr. Ralf W. Bauer[1] ve Dr. Jan-Erik Scholtz [2,3]

[1] *Radyoloji ve Nükleer Tıp Kliniği, Cantonal Hospital St. Gallen, İsviçre*
[2] *Goethe University, Frankfurt am Main, Almanya*
[3] *Cardiac MR PET CT Program, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, ABD*

Hastanın hikayesi

Bilinen bir koroner arter hastalığı geçmişine sahip 68 yaşındaki erkek hasta, müphem göğüs ağrısı nedeniyle hastanemize sevk edildi. Hasta daha önce, stent yerleştirmeli perkütanöz koroner anjiyoplasti geçirmişti. Bir adenozin stres miyokardiyal perfüzyon MRG'si gerçekleştirildi ve perfüzyon defekti görülmedi. Daha sonra, hasta, Dual Energy BT (DECT) modu kullanılarak adenozin stres miyokardiyal perfüzyon ile koroner BT anjiyografisi için sevk edildi.

Tanı

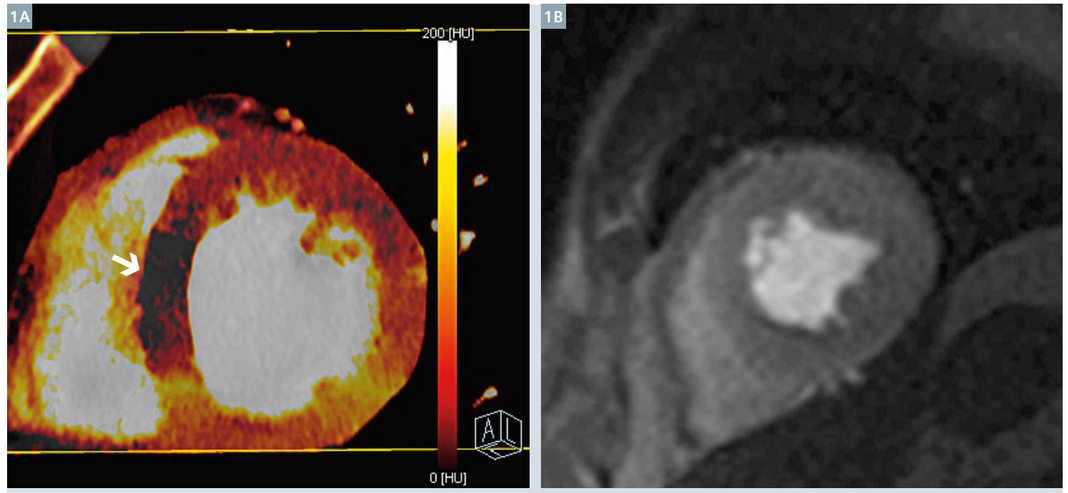
BT, adenozinin (dakikada kg vücut ağırlığı başına 140 µg) bir i.y. infüzyonunun ardından ve dinlenme aşaması olmadan stres koşulları altında doğrudan gerçekleştirildi. Sistolik rekonstrüksiyonlu BT anjiyografisi, kalsifiye olmamış bir plakanın neden olduğu orta sol anteriora inen koroner arterde (LAD) orta düzey bir stenoz ortaya koydu. *syngo*.CT DE Heart PBV kullanılarak miyokardiyal perfüzyon için bir yerini tutucu olarak miyokardiyal iyot dağıtım haritaları, normal duvar hareketiyle ve geç gelişme olmadan (gösterilmemektedir) orta septumda büyük bir perfüzyon defekti gösterdi. İnvazif koroner anjiyografi, 0,68'lik patolojik fraksiyonel akış rezervi ile (FFR) LAD stenozunu teyit etti ve bu nedenle stentlendi. Bir ek yüksek düzey septal branş stenozu da görüldü ancak küçük damar kalibresi nedeniyle tedavi edilmedi.

Yorumlar

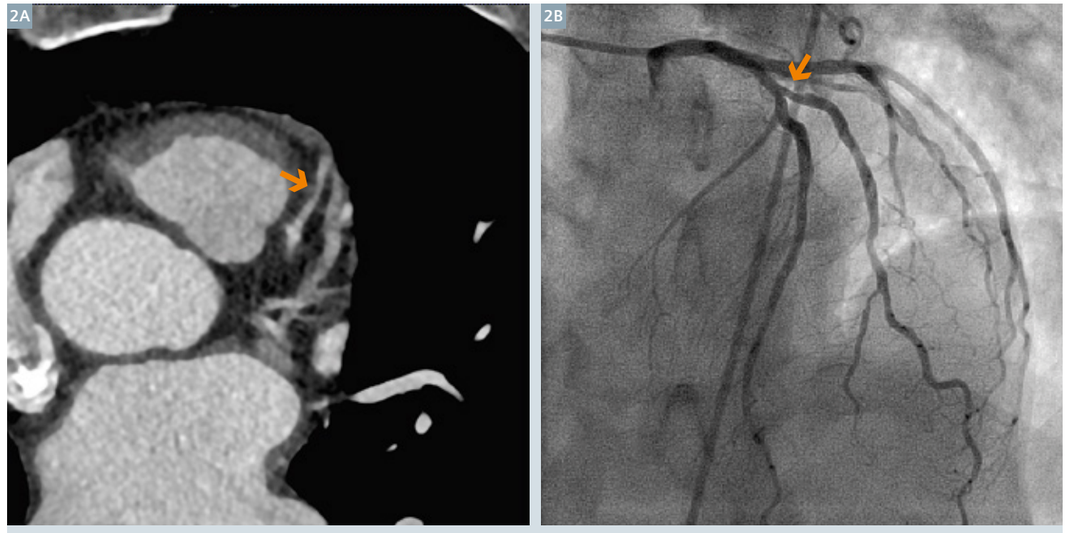
İki "altın standart" testinin (adenoz stres MRG ve invazif FFR) birbiriyle çelişkili sonuçları, bu örnek olayı ilginç kılıyor. Bu klinik senaryoda tercih edilen non-invazif görüntüleme testi MRG negatifken, henüz yeni bir yöntem olan adenozin stres DECT, hem orta düzey bir LAD stenozu hakkında hem de invazif koroner anjiyografi ve FFR ölçümü ile uyumlu şekilde septumun belirgin bir perfüzyon defekti ile miyokardiyal perfüzyon üzerindeki etkisi hakkında bilgiler temin ediyor. Bu örnek olay, araştırmayı derinleştirme ve tek bir taramadan hem morfolojik hem de fonksiyonel bilgiler sağlayabildiği için DECT ile miyokardiyal perfüzyon görüntülemesinin klinik çıkarımını genişletme gerekliliğini vurguluyor.

İnceleme protokolü

Scanner	SOMATOM Force		
Tarama alanı	Kalp	Rotasyon süresi	0,28
Tarama uzunluğu	97 mm	Perde	128 × 0,6 mm
Tarama yönü	Kranyo-kaudal	Kesit kolimasyonu	1,5 mm
Tarama süresi	2,3 s	Kesit genişliği	1 mm
Tüp gerilimi	90 / Sn150 kV	Rekonstrüksiyon artışı	Qr40 ADMIRE 2
Tüp akımı	130 / 102 mAs	Rekonstrüksiyon çekirdeği	68 – 83 bpm
Doz modülasyonu	CARE Dose4D	**Kontrast**	400 mg/mL
$CTDI_{vol}$	20,75 mGy	Hacim	50 mL
DLP	266,3 mGy cm	Akış hızı	5 mL/s
Etkili doz	3,7 mSv	Başlangıç gecikmesi	Test bolus
Rotasyon süresi	0,25 s		



1 Stres DECT'in iyot dağıtım haritalarının orta ventriküler kısa aksı (Şekil 1A, ok), stres miyokardiyal perfüzyon MRG'sinde (Şekil 1B) görülmeyen büyük bir septal perfüzyon defektini ortaya koyuyor.



2 Sisteolik rekonstrüksiyonlu BT anjiyografisi, LAD'ın orta düzey bir stenozunu gösteriyor (Şekil 2A, ok). Bir invazif koroner anjiyografi (Şekil 2B, ok), iskemiye işaret edecek şekilde 0,68'lik LAD stenozunun patolojik FFR'si ile CTA sonuçlarını doğruluyor.

Dinamik perfüzyon BT veya MRG gibi zaman çözünürlüklü miyokardiyal görüntüleme yaklaşımlarına kıyasla, DECT görüntüleri tek bir nefes tutumunda, pik aortik geliştirmeden tipik olarak 8-10 saniye sonra ediniliyor. Görüşümüze göre bu, miyokardiyal perfüzyon görüntülemesine dual energy yaklaşımını, klinik kullanım için büyük bir potansiyele sahip, cazip bir yöntem yapıyor.

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.

Biograph mMR kullanarak PET-MR'da hareket düzeltme

Thomas Vahle, Ph.D.[1]; Michael Fieseler, Ph.D.[2]; Fernando E. Boada, Ph.D.[1]

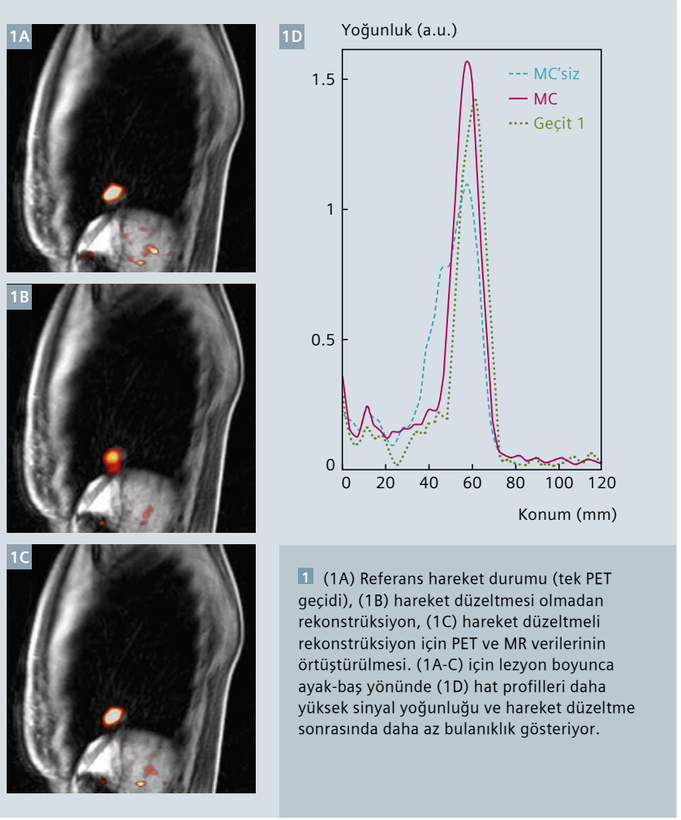
[1] *New York University, Langone Medical Center, Center for Advanced Imaging Innovation and Research (CAI2R), New York, NY, ABD*

[2] *Avrupa Moleküler Görüntüleme Enstitüsü (EIMI), Münster, Almanya*

Giriş

Solunum hareketi, PET verilerinin kantitatif ve kalitatif değerlendirmesini etkiliyor. Örnek olarak, küçük pulmoner lezyonların tespiti ve karakterizasyonunda PET/BT'nin doğruluğu konusunda endişeler bulunuyor. Santimetre altı nodüllerin yüksek bir (%40) yanlış negatif oranına [1] sahip olduğu rapor edildi. Bu, geleneksel bir PET/BT tarayıcısı kullanırken PET ve BT görüntülerinin kendiliğinden ardışık edinimiyle birlikte solunum ve kardiyak hareketiyle bağlantılı gibi görünüyor [2].

PET/BT için, hareket artefaktlarına bağlı görüntü bulanıklığını azaltmak ve PET rekonstrüksiyonlarını iyileştirmek üzere birçok yaklaşım sunuldu. Burada, hareket bilgileri BT veya PET görüntülerinden alınabiliyor. BT görüntülerinin kullanılması, hareket tahmini için gerekli olan ek BT edinimleri nedeniyle hastaya daha yüksek doz verilmesiyle sonuçlanıyor.



1 (1A) Referans hareket durumu (tek PET geçidi), (1B) hareket düzeltmesi olmadan rekonstrüksiyon, (1C) hareket düzeltmeli rekonstrüksiyon için PET ve MR verilerinin örtüştürülmesi. (1A-C) için lezyon boyunca ayak-baş yönünde (1D) hat profilleri daha yüksek sinyal yoğunluğu ve hareket düzeltme sonrasında daha az bulanıklık gösteriyor.

Yüksek çözünürlüklü BT görüntülerinin hareketin yeterli karakterizasyonunu sağlamak için kullanılabilmesine rağmen, bu yaklaşım, PET ve BT'de edinimin ardışık niteliği nedeniyle hâlâ sınırlı.

Bir solunum döngüsü sırasında farklı hareket durumlarını temsil eden hareketi doğrudan tahmin etmek için birçok yaklaşım tartışıldı. Cesaret verici sonuçların sunulmasına rağmen, bu yine de tüm uygulamalar için yeterli olmayabilir. PET, fonksiyonel bilgiler sağlıyor ve böylece sadece yeterli izleyici alımına sahip yapılar görünür oluyor. PET verilerinden alınan hareket tahmininin kalitesi aslında hangi yapıların temsil edildiğine bağlı olabiliyor. Örneğin, ^{18}F-FDG kullanan PET'te, karaciğer ve kalp gibi yapılar görünür oluyor ve hareketi tahmin etmek için yeterli bilgiler verebiliyor, ancak çok küçük yapılar, örneğin aterosklerotik plaklar için çok spesifik olan bir izleyici, sadece PET verilerinden hareket tahmini için bir sorun yaratabiliyor.

Modern PET-MR sistemleri, MR ve PET verilerinin eşzamanlı olarak edinilmesine izin veriyor [3]. Uzamsal ve zamansal uyumlaştırma kendiliğinden sağlandığı için, MR verileri, hareket için PET verilerini düzeltmekte doğrudan kullanılabiliyor. MRG, iyi yumuşak doku kontrastıyla morfolojik bilgiler sağlıyor ve böylece yapı görünürlüğü izleyici alımına bağımlı oluyor.

Buna ek olarak MRG, PET'e kıyasla daha iyi uzamsal çözünürlük potansiyeline sahip. PET-MR için hareket düzeltmede, dört temel MRG edinim stratejisi kullanılıyor:

1) 3D verilerin hızlı edinimi

2) Ardından 3D verilere ayrılan 2D edinimleri

3) Ardından rekonstrüksiyon uygulanan k-uzamı verilerinin geçitlenmesi

4) Hareket ve görüntü verilerinin eşzamanlı rekonstrüksiyonu

Birinci stratejide, doğrudan hareket tahmininde kullanılabilecek veriler ediniliyor, ikinci ve üçüncü stratejide ise hareket tahmini için veriler, toplanan verilerden türetiliyor.

1. stratejinin olası sorunu, görüntü kalitesi ve edinim süresinin MRG'de tersine bağlantılı olması. Yeterli zamansal çözünürlük elde etmek için, yani solunum döngüsünü yeterli sayıda 3D hacmiyle kapsamak için, çok hızlı edinimlerin uygulanması ve bu nedenle görüntü kalitesinden ödün verilmesi gerekiyor. 2. ve 3. stratejilerde veri birçok solunum boyunca toplanıyor ve sonra ayrılıyor. 2. ve 3. stratejilerde ortaya çıkabilecek olası bir sorun, birçok solunum döngüsünden inşa edilen veri kümelerinin solunum döngüleri arasındaki varyasyonu kapsamayabilecek olması (döngü arası varyasyon, bkz [4]).

Hızlı 3D edinimleri, örn. [5-7]'de, incelendi ve 3D hacmi başına 0,6-0,7 saniyelik zamansal çözünürlükler elde edildi.

[5]'te, hızlı 3D edinimleri, geriye dönük olarak ayrılmış 2D edinimlerle karşılaştırılıyor. Buna kıyasla, yazarlar, düşük kaliteli 3D edinimlerinde hareket tahmininin zorlaştığını belirtiyor. King ve ark. daha sonra bir 2D navigatör ile parametrize edilen hızlı 3D verilerinden türetilen bir hareket modelinin oluşturulmasını önerdiler [6]. 3D verileri birçok solunum döngüsü boyunca ediniliyor. Modelin uygulanması sırasında değişken nefes alıp vermenin dikkate alınabilmesi amacıyla, deneklerden, edinim sırasında farklı solunum paternleri gerçekleştirmeleri istendi.

Sagittal oryantasyonda 2D katmanların edinimi ve ardından 3D hacimlere ayırma süreçleri incelendi [8-11]. Sagittal katman oryantasyonu, solunum hareketi sadece küçük bir soldan sağa bileşene sahip olduğu ve bu nedenle sagittal katman oryantasyonu baş-ayak (HF) ve anterior-posterior (AP) baskın yönlerini kapsadığı için tercih ediliyor. Ayırma için kullanılan sinyal PET edinimi sırasında diyaframı geçen bir 1D navigatör. Ayrıca, ayırma için karşılıklı bilgi (MI) gibi görüntü benzerliği ölçütleri de incelendi [5]. Bir TrueFISP sekansının [11] yanı sıra gradyan eko sekansları (GRE) [8-10] da kullanılıyor.

MRG verilerinin sürekli edinimi ve ardından k-uzam verilerinin ayrılması da [12-15]'te sergilendi. Bu çalışmada, MRG verileri, T1 ağırlıklı radyal yıldız yığını yağ supresyonu ve sagittal slab oryantasyonu ile 3 boyutlu GRE'yi bozduğu için sürekli olarak ediniliyor.

[12-15]'te sunulan edinim tipi nedeniyle, k-uzamının merkezi, yüksek zamansal frekans ile örnekleniyor.

k-uzamının merkezindeki sinyal, her bir coil öğesindeki alıcı coil'lerin tespit ettiği şekilde (transvers) manyetizasyonun toplam miktarının bir ölçümünü veriyor. Coil'lerin hassasiyeti uzamsal olarak değiştiği için, solunum hareketi, ölçülen manyetizasyon miktarında varyasyonlara neden oluyor [16]. Bu, bir geçitleme sinyalinin çıkarılmasına izin veriyor (öz-geçitleme). Hem MRG hem de PET verileri için değişken amplitüt tabanlı geçitleme kullanılıyor.

[17]'de, bir EKG'ye senkronize olarak etiketlenmiş MRG ediniliyor. Buna ek olarak, solunum fazını takip etmek için bir navigatör de gerekiyor. Edinilen tüm MRG ham verileri, solunum ve kardiyak fazına göre ayrılıyor ve bunun ardından rekonstrükte ediliyor. Etiketlenmiş verilerin edinimi zaman alabildiği için paralel görüntüleme ve sıkıştırılmış duyarlılık kullanan hızlandırılmış edinim ihtimali sergilendi [18]. MRG verilerinin eşzamanlı rekonstrüksiyonu ve hareketin tahmini [19, 20]'de önerildi. Burada, görüntü rekonstrüksiyonu ve hareket tahmini, çiftli ters problem olarak çözülüyor. Kullanılan hareket modeli, basınca karşı hassas bir körük kullanan ek bir solunum sinyaliyle parametrize ediliyor.

Yukarıda belirtildiği gibi, MRG'nin kendisi de solunum sinyallerini çekmek için ek yollar sunuyor. 1D navigatörler bir geçitleme sinyali olarak veya türetilmiş bir hareket modelini parametrize etmek için kullanılabiliyor. Ayrıca, bir hareket modelini parametrize etmek için [5]'te bir 2D navigatör de kullanıldı.

Self-geçitli MRG sekanslarında, k-uzamının merkezinden türetilen bir sinyal, MRG'nin geçitlemesi için kullanılabiliyor [12-15].

[12]'de, tarayıcı ile birlikte gelen basınca karşı hassas körüklerin sinyali, MRG'den türetilen bir self-geçitleme sinyali ve PET verilerinden türetilen birçok sinyalle karşılaştırılıyor. Araştırmanın bir kırpık körük sinyali ve nispeten düşük aktivite nedeniyle bir parça sınırlı olmasına rağmen, yazarlar, PET veya MRG'den türetilen geçitleme sinyallerinin, dış sensörlerden gelenlerle karşılaştırılabilir olduğu sonucuna varıyorlar.

Genellikle solunum hareketi düzeltmesi için 4-5 geçit seçiliyor [9, 12, 20]. [15]'te, MRG için ortalama ikilik hatası belirleniyor. Yazarlar, beş ya da daha fazla geçitle ikilik hatasının 2 mm'lik PET piksel boyutunun altına düştüğünü bulguluyorlar. [8]'de, nefes alma ve nefes verme (histerez) arasındaki hareket farklılıklarını dikkate almak için tam solunum döngüsünü kapsamak için (tam bir farklılık yelpazesi yerine) 10 geçit seçiliyor.

Bu çalışmada, Biograph mMR'da bir öz-navigasyonlu, üç boyutlu, T1-ağırlıklı MRG sekansı kullanarak akciğer ve kardiyak görüntülemesi için hareket düzeltme uygulamalarını sergiliyoruz.

Malzemeler ve yöntemler

Araştırma popülasyonu

Hastalar, IRB onaylı protokol kullanılarak toplandı ve bu 3 hasta

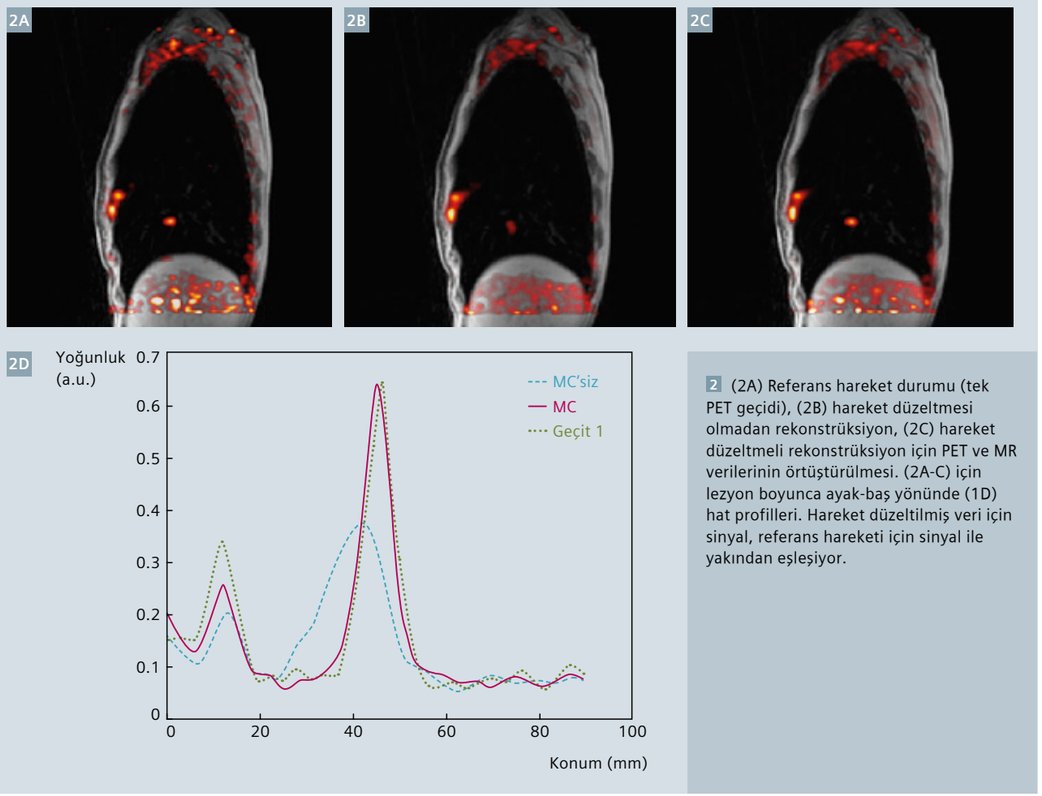
[2] WIP, ürün şu anda geliştirme aşamasındadır ve ABD ve diğer ülkelerde satılmamaktadır. Gelecekte mevcut olacağı da garanti edilemez.

için bir yazılı bilgilendirilmiş onam alındı. Tüm hastalar (64, 67, 75 yaşlarında) önce bir PET/BT muayenesinden (Biograph mCT, Siemens Medical Solutions USA, Inc. Knoxville TN, ABD) geçtiler. Daha sonra, ek PET-MR verileri edinildi (Biograph mMR, Siemens Healthcare, Erlangen, Almanya). Tüm veriler, NYU Langone Medical Center'da toplandı.

539,.46 ± 8,11 MBq'lik bir ortalama aktivite enjekte edildi ve enjeksiyon sonrası 218,3 ± 43 min'de PET-MR edinimleri gerçekleştirildi. PET-MR edinimi için hiçbir ek radyo-izleyici enjekte edilmedi. mMR'da, PET listesi modu, Siemens yarı mamul (WIP) sekansıyla eşzamanlı olarak edinildi. Atenüasyon düzeltmesi için, rutin MR tabanlı segmentasyon AC gerçekleştirildi.

MRG tabanlı hareket düzeltmesi için, veriler, bir üç boyutlu, T1-ağırlıklı VIBE sekansı kullanılarak edinildi. Bu sekans, edinilen k-uzam verilerinden (öz-navigasyon) bir solunum sinyalinin türetilmesine izin veriyor ve ayrıca edinilen örneklemleri solunum döngüsündeki konumlarına göre ayırabilme becerisini sağlıyor. Geriye dönük geçitleme gerçekleştirildi ve 5 farklı hareket durumunu temsil eden 5 veri setiyle sonuçlandı. Görüntüler, uniform olmayan bir Fourier dönüştürmesi kullanılarak rekonstrükte edildi. Hareket vektörleri, bir benzerlik ölçütü olarak lokal çapraz korelasyona sahip bir adapte edilmiş demons algoritması [26] ve verilen protokolde solunum hareketini çıkarsamak için optimize edilmiş bir uzamsal regülarizasyon kullanılarak hesaplandı. Hareket alanları, geçitlenmiş edinimden sonra doğrudan iç hat olarak hesaplanıyor ve hareket düzeltmede daha sonra kullanılmak üzere *syngo* veritabanında kalıcı bir hale getiriliyor.

Veri işlemesi
Her iki modalite arasındaki zamansal senkronizasyonu sağlamak için, geçitleme sinyalinden ikilik bilgileri, PET ham verilerini uygun şekilde ayırmak için geçitleme sinyalinden ikilik bilgileri kullanıldı. Sınırlı görüş alanı nedeniyle u-haritalarındaki eksik kollar, maksimum ihtimal atenüasyon ve aktivite rekonstrüksiyon (MLAA) kullanılarak kurtarıldı. Dağınıklık tahminlerinin hesaplanmasının yanı sıra bu adım için çevrimdışı rekonstrüksiyon araçları kullanıldı. Tüm PET görüntüleri, rekonstrüksiyon çerçevesinde uygulanan 3 yineleme ve 21 alt set kullanarak bir 3D sıralanmış alt set beklenti maksimizasyonu (OSEM) ile yinelemeli olarak rekonstrükte edildi. OSEM algoritması için kullanılan daha ileri parametreler 172 x 172 bir matris boyutu, 4,17 mm² piksel boyutu, 2,03 mm'lik bir katman kalınlığı ve 4 mm'lik bir FWHM'ye sahip bir Gaus filtrelemesiydi. Hareket düzeltmeli rekonstrüksiyon için, OSEM algoritması, solunum döngüsünün farklı durumları arasındaki hareketi ele alan iki operatör tarafından genişletildi. WIP sekansı tarafından temin edilen hareket vektörleri, geçerli görüntü tahminini ileri yönlü projeksiyon öncesindeki ilgili hareket durumuna ve geri projeksiyon adımından sonraki referans duruma geri getirmek için çarpıtmak üzere kullanıldı. Böylece, tüm PET verileri, tek bir hareketsiz PET görüntüsünü hesaplamak için bir hareket telafi eden OSEM uzantısı içerisinde kullanılabiliyor.



2 (2A) Referans hareket durumu (tek PET geçidi), (2B) hareket düzeltmesi olmadan rekonstrüksiyon, (2C) hareket düzeltmeli rekonstrüksiyon için PET ve MR verilerinin örtüştürülmesi. (2A-C) için lezyon boyunca ayak-baş yönünde (1D) hat profilleri. Hareket düzeltilmiş veri için sinyal, referans hareketi için sinyal ile yakından eşleşiyor.

Sonuçlar
Hareket düzeltmesi algoritmasının faydaları, akciğer veya abdomen gibi solunum hareketinden güçlü bir şekilde etkilenen anatomik yapılar veya bölgelerde önemli bir şekilde gözlemlenebiliyor.

Akciğer nodülü tespiti, kombine PET-MR platformunun kullanımıyla önemli bir şekilde iyileştirilebiliyor. Bu durum, Şekil 1'de gösteriliyor. Solunum hareketi, lezyon sinyalinin önemli şekilde bulanıklaşmasına neden oluyor. Hareket düzeltmesi üzerine (Şekil 1C), bulanıklaşma önemli ölçüde azaltılıyor ve bu da iyileştirilmiş lezyon lokalizasyonunun yanı sıra izleyici alımının iyileştirilmiş kantitatif değerlendirmesine de yol açıyor.

Şekil 2 PET-MR tabanlı hareket düzeltmesi kullanarak iyileştirilmiş küçük lezyon tespitinin diğer bir örneğini temsil ediyor. Hat plotunda görülebildiği gibi (Şekil 2D), düzeltilmemiş PET verilerindeki lezyonun arka planı üzerindeki pik yoğunluk, hareket düzeltilmiş PET verilerindeki pik yoğunluğun yaklaşık sadece yarısı kadar.

Şekil 3, kalbin hareket düzeltmesi için bir örnek gösteriyor. Hareket düzeltmesinden sonra (Şekil 3C), kalbin yapısı, düzeltilmemiş verilere (Şekil 3B) veya geçitlenmiş verilere (Şekil 3A) kıyasla daha açıkça çözümlenmiş.

Bulanıklık azaltımına ve pik yoğunlukta artışa ek olarak, hareket düzeltilmiş görüntünün gürültü karakteristiği, düzenli bir statik hareket düzeltmesiz edinimle karşılaştırılabilir durumda bulunuyor ve düzenli geçitlenmiş edinimleri büyük ölçüde aşıyor. Böylece, solunum hareketinden etkilenen küçük lezyonlar, bu örneklerde gösterildiği gibi, yaygın solunum geçitleme teknikleriyle elde edilebilir olmayan hareket düzeltme sonrasında sinyal-gürültüde bir artışla daha iyi tespit edilebilirlikten faydalanıyor.

Tartışma
Self-navigasyonlu görüntüleme sekansları, bir PET-MR tarayıcısına hareket düzeltmeyi dahil etmek için doğrudan bir yol sunuyor. Her iki modalite için de verilerin eşzamanlı edinimi, zamansal ve uzamsal bilgilerin bir modaliteden diğerine kolayca transfer edilmesine izin veriyor. Edinilmiş k-uzamından çıkarılmış MR tabanlı solunum geçitleme sinyali de PET verilerini buna uygun şekilde ayırmak için kullanılabiliyor. Üç hasta vakasının bu ilk değerlendirmesinde, Siemens WIP sekansına dayalı hareket düzeltme potansiyeli gösterildi. Hareket düzeltmeden sonra, PET görüntülerinin kantitatif ve kalitatif değerlendirmesi iyileşti. Bu iyileşme, özellikle akciğer nodüllerine sahip iki vakada görülebiliyor ancak solunum hareketi düzeltme, atan kalbin kalan kontraktil hareketine rağmen kardiyak veri setleri üzerinde de bir etkiye sahip.

Sonuç
Solunum hareket düzeltmesi, kombine PET-MR sistemleri için önemli bir uygulama haline gelebilir. Sunulan WIP sekansı hareket düzeltilmiş PET rekonstrüksiyonu ile birleştiğinde, standart (hareket düzeltmesiz) PET'e kıyasla bu üç vakada PET kantifikasyonunu önemli ölçüde iyileştirdi. Daha geniş bir hasta topluluğu kullanarak bu hareket düzeltme yaklaşımının doğrulanması devam ediyor. Burada sunulan ilk sonuçlar, bu yaklaşımı, klinik uygulamalar için ümit vaat eden bir araç kılıyor.

Teşekkürler
Bu çalışma, Avrupa Moleküler Görüntüleme Enstitüsü (EIMI) ve Siemens Healthcare GmbH işbirliğiyle gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, değerli katılım ve desteklerinden dolayı Matthias Fenchel ve Robert Grimm'e (Siemens Healthcare GmbH) teşekkür eder.

3 (3A) Referans hareket durumu (tek PET geçidi), (3B) hareket düzeltmesi olmadan rekonstrüksiyon, (3C) hareket düzeltmeli rekonstrüksiyon için PET ve MR verilerinin örtüştürülmesi. Hareket düzeltmesi düzeltilmemiş verilerde görünür olan bulanıklaşmayı azaltıyor (3B) ve geçitlenmiş verilerden daha az gürültü gösteriyor (3A).

Referanslar

1 Girvin F, Ko JP. Pulmonary nodules: detection, assessment, and CAD. AJR Am J Roentgenol. 2008;191(4):1057-69.
2 Benjamin MS, Drucker EA, McLoud TC, Shepard JA. Small pulmonary nodules: detection at chest CT and outcome. Radiology. 2003;226(2):489-93.
3 Quick HH, von Gall C, Zeilinger M, Wiesmüller M, Braun H, Ziegler S, Kuwert T, Uder M, Dörfler A, Kalender WA, Lell M. Integrated whole-body PET/MR hybrid imaging: clinical experience. Invest Radiol. 2013 May;48(5):280-9.
4 McClelland, Jamie R et al. "Respiratory motion models: a review." Medical image analysis 17.1 (2013): 19-42.
5 Dikaios, Nikolaos et al. "MRI-based motion correction of thoracic PET: initial comparison of acquisition protocols and correction strategies suitable for simultaneous PET/MRI systems." European radiology 22.2 (2012): 439-446.
6 King, Andrew P et al. "Thoracic respiratory motion estimation from MRI using a statistical model and a 2-D image navigator." Medical image analysis 16.1 (2012): 252-264.
7 Fieseler, Michael et al. "A dynamic thorax phantom for the assessment of cardiac and respiratory motion correction in PET/MRI: a preliminary evaluation." Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 702 (2013): 59-63.
8 Manber, Richard et al. "Practical PET respiratory motion correction in clinical PET/MR." Journal of Nuclear Medicine 56.6 (2015): 890-896.
9 Würslin, Christian et al. "Respiratory motion correction in oncologic PET using T1-weighted MR imaging on a simultaneous whole-body PET/MR system." Journal of Nuclear Medicine 54.3 (2013): 464-471.
10 Fayad, Hadi et al. "Reconstruction-incorporated respiratory motion correction in clinical simultaneous PET/MR imaging for oncology applications." Journal of Nuclear Medicine 56.6 (2015): 884-889.
11 Petibon, Yoann et al. "MR-based motion correction in simultaneous PET/MR liver imaging." Journal of Nuclear Medicine 54.supplement 2 (2013): 68-68.
12 Fürst, Sebastian et al. "Motion correction strategies for integrated PET/MR." Journal of Nuclear Medicine 56.2 (2015): 261-269.
13 Feng, Li et al. "Golden angle radial sparse parallel MRI: Combination of compressed sensing, parallel imaging, and golden angle radial sampling for fast and flexible dynamic volumetric MRI." Magnetic resonance in medicine 72.3 (2014): 707-717.
14 Feng, Li et al. "XD GRASP: Golden angle radial MRI with reconstruction of extra motion state dimensions using compressed sensing." Magnetic resonance in medicine 75.2 (2016): 775-788.
15 Grimm, Robert et al. "Self-gated MRI motion modeling for respiratory motion compensation in integrated PET/MRI." Medical image analysis 19.1 (2015): 110-120.
16 Lin, Wei et al. "Respiratory motion compensated radial dynamic contrast enhanced (DCE) MRI of chest and abdominal lesions." Magnetic resonance in medicine 60.5 (2008): 1135-1146.
17 Ouyang, Jinsong, Quanzheng Li, and Georges El Fakhri. "Magnetic resonance-based motion correction for positron emission tomography imaging." Seminars in nuclear medicine 31 Jan. 2013: 60-67.
18 Huang, Chuan et al. "Accelerated acquisition of tagged MRI for cardiac motion correction in simultaneous PET-MR: Phantom and patient studies." Medical physics 42.2 (2015): 1087-1097.
19 Odille, Freddy et al. "Generalized Reconstruction by Inversion of Coupled Systems (GRICS) applied to free breathing MRI." Magnetic Resonance in Medicine 60.1 (2008): 146-157.
20 Fayad, Hadi J et al. "A generic PET/MRI respiratory motion correction using a generalized reconstruction by inversion of coupled systems (GRICS) approach." Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC), 2012 IEEE 27 Oct. 2012: 2813-2816.
21 Belaroussi, Boubakeur et al. "Intensity non-uniformity correction in MRI: existin methods and their validation." Medical Image Analysis 10.2 (2006): 234-246.
22 Myronenko, Andriy, and Xubo Song. "Intensity-based image registration by minimizing residual complexity." IEEE Transactions on Medical Imaging 29.11 (2010): 1882-1891.
23 Dutta, Joyita et al. "Respiratory motion compensation in simultaneous PET/MR using a maximum a posteriori approach." 2013 IEEE 10th International Symposium on Biomedical Imaging 7 Apr. 2013: 800-803.
24 Heinrich, Mattias P et al. "Globally optima deformable registration on a minimum spanning tree using dense displacement sampling." International Conference on Medical Image Computing and Compute Assisted Intervention 1 Oct. 2012: 115-122.
25 Dawood, Mohammad et al. "A mass conservation-based optical flow method for cardiac motion correction in 3D-PET." Medical physics 40.1 (2013): 012505.
26 Thirion JP. Image matching as a diffusion process: an analogy with Maxwell's demons. Medical image analysis. 1998 Sep 30;2(3):243-60.

[1] Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.

İletişim

Thomas Vahle, Ph.D.
New York University
Langone Medical Center
Center for Advanced Imaging Innovation and Research (CAI2R)
4th Floor 660 First Avenue
New York, NY, 10016, ABD
Thomas.Vahle@nyumc.org

Transarteryal kemoembolizasyon sırasında konik ışın BT'yi tam potansiyeli ile kullanmak

Yazı: Dr. Michael J. Wallace[1]

Girişimsel Radyoloji Departmanı, Tanısal Görüntüleme Bölümü, University of Texas MD Anderson Cancer Center, Houston, TX

Hastanın hikayesi

Multifokal hepatoselüler karsinomu olan 70 yaşında erkek hasta.

Preoperatif görüntüleme

Preoperatif MRG'de iki hipervasküler lezyon görüldü: dominant segment 7 lezyon ve küçük bir segment 5 lezyonu (Şekil 1).

Prosedür tekniği

1. Hepatik arteryal anatomiyi haritalamak için 5 Fransız kateteri kullanarak çölyak arterden dijital eksiltme anjiyografi (DSA) gerçekleştirildi (Şekil 2A).
   a. Gastrohepatik artelden çıkan sol hepatik artere sahip varyant hepatik arteryal anatomi.
2. Varyant anatomi nedeniyle, konik ışın BT, kateter ucu proksimal sağ hepatik arterde olacak şekilde çekim yapıldı.

Arteryal varyant anatomisinin yokluğunda, bu planlama aşaması için tüm karaciğerin arteryal opasifikasyonunu sağlamak üzere uygun hepatik arteri GDA'ya distal yerleşimi tercih edildi.

   a. Çekim protokolü:
   Her bir kare, altı saniyede hasta çevresinde 200 derece açıyla 0,5 derecede çekilerek 396 kareden oluşan 6s DR Body (Artis zee ceiling, Forchheim, Almanya)
   b. Enjeksiyon protokolü:
   14 saniyelik bir süre boyunca enjekte edilen 28 ml için 2 ml/s, 8 saniye X-ray gecikmesi ve kontrast maddenin seyreltilmemesi.
3. Konik ışın BT bulguları:
   a. Dominant segment 7 lezyonu, tüm lezyonun eksik opasifikasyonunu sergiledi (bkz Şekil 2B). Bu, lezyon konumu düşünüldüğünde büyük ihtimalle frenik arterden olan ekstrahepatik tümör beslemesi hakkında endişeler doğurdu.
   Bu vakada, prosedür öncesi çoklu fazlı BT, prosedürel değerlendirme aşaması sırasında ekstrahepatik kaynağı tespit

[1] Ne yazık ki Dr. Michael J. Wallace, 31 Mayıs 2016'da hayatını kaybetti. Onu büyük bir saygıyla anıyor, uzun yıllar boyunca MD Anderson Cancer Center'da girişimsel tümör tedavisi alanındaki uzmanlığını ve tutkusunu bizlerle paylaştığı için teşekkür ediyoruz.

Karaciğer kanseri tedavisinde konik ışın BT'nin kullanılması

CBCT'nin görüntü kalitesini optimize etmek için temel öğeler:

- Nefesin iyi tutulması, tanısal kaliteli konik ışın BT elde etmek açısından çok önemli.
- Çekim öncesinde ve sırasında kapsamlı koçluk yapılması bir zorunluluk.
- Hastanın, çekim sırasında düzgün bir şekilde izo-merkezlenmesi gerekiyor.
- BT ayarı aşaması, hem AP hem de lateral projeksiyonlarda lezyon/karaciğer segmenti görüntünün merkezinde olacak şekilde düzenlenmeli.
- Daha uzun gecikme süreleri (6-10 saniye) arteryal faz esnasında tümörün daha çok kontrastlanmasıyla sonuçlanıyor.
- Kalın maksimum yoğunluk projeksiyonu (MIP) (5-10 mm kalınlık) olarak yeniden formatlanmış konik ışın BT'nin çapraz kesit görüntüleri, besleyici damar ve lezyonların daha iyi görselleştirmesini sağlıyor.
- Seyreltilmemiş kontrast, çizgili artefaktlara neden olabiliyor. Bu artefaktlar, görüntülerin uygun pencerelemesi ile minimize edilebiliyor.

etmede daha fazla yardımcı olacaktı. Lezyonun lateral/ventral kısmına giden arteryal kaynağın, posterior bölgedeki bir dominant medyal daldan doğduğu açıkça tasvir edildi.

b. İkinci lezyona arteryal besleme, Şekil 2C'de gösterildiği şekilde anterior bölümden doğan tek bir dal ile açıkça resmedildi.

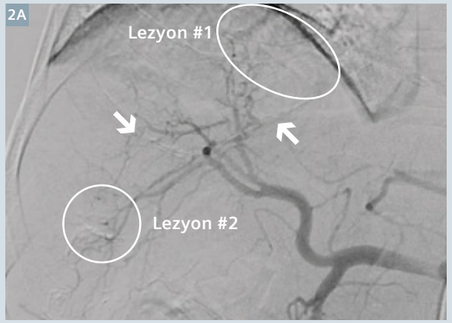
4. İki hepatik dal seçildi ve gelişmiş navigasyonel araçlar yardımıyla süperselektif bir şekilde kemoembolize edildi. Ayrıntılar için, lütfen resim altı yazıları dahil Şekil 6A – 6E'ye bakınız.

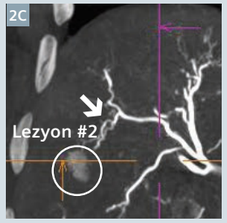
5. Frenik arter kateterizasyonu

   a. Daha sonra ekstrahepatik kaynağı doğrulamaya ve tedavi etmeye odaklanıldı. Sağ frenik arter seçildi ve segment 7 lezyonuna beslemeyi doğrulayan anjiyografi gerçekleştirildi (Şekil 3A).

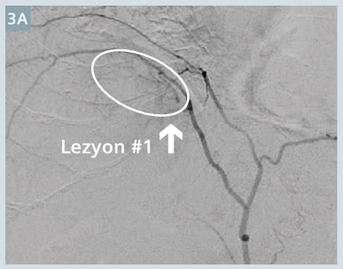
   b. Frenik arter tarafından dominant lezyona beslemeyi doğrulamak ve hedeflenmemiş embolizasyonu önlemek amacıyla uygun dalları tespit etmek için konik ışın BT gerçekleştirildi. Konik ışın BT, dominant lezyonun çoğunluğunun frenik arter tarafından opasifikasyonunu gösterdi (bkz Şekil 3B).
   Şekil 4, hepatik ve frenik arterden beslenen lezyon bölgesinin yan

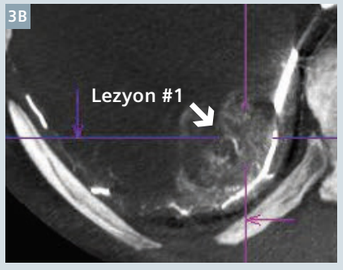
1 Dominant segment 7 lezyonunu gösteren MR T2-ağırlıklı görüntü.

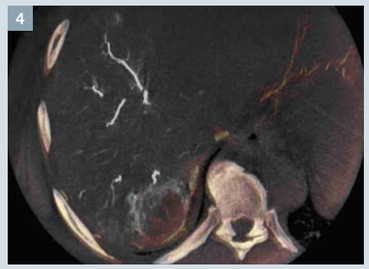


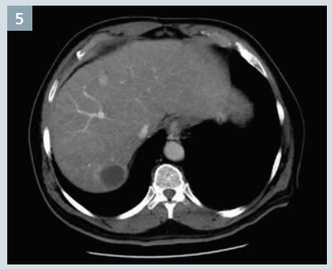


2 (2A) Hepatik arteryal anatomi ve iki lezyon gösteren çölyak arterden ilk planlama DSA'sı; (2B – 2C) İki lezyonu ve ilgili besleyici damarlarını resmeden ortak hepatik arterin konik ışın BT'si. Ekstrahepatik arterlerden beslemeyi belirten segment 7'deki dominant lezyonun eksik geliştirmesi dikkat çekiyor (beyaz oklar).









3 (3A) Inferior frenik arterden 2D DSA segment 7 lezyonunda tümör kızarması gösteriyor; (3B) İnferior frenik arterden konik ışın BT'si segment 7 lezyonunun geliştirmesini gösteriyor.

4 İki konik ışın BT görüntüsünün füzyonu (*syngo* InSpace 3D/3D Fusion[1]) tamamen geliştirilmiş segment 7 lezyonu gösteriyor.

5 Altı haftalık takip BT görüntülemesi, her iki lezyonda da iyi tümör tepkisi belirtecek şekilde geliştirme göstermedi. Yeni bir lezyon tespit edildi.

[1] *syngo* InSpace 3D/3D Fusion fonksiyonu, *syngo* Fusion paketi adı altındaki yeni çıkmış yazılım sürümlerinde mevcuttur.

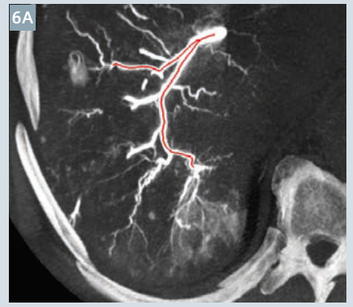
6 *syngo* Embolization Guidance, hepatik konik ışın BT'deki her iki lezyonu da besleyen arteryal dalları manuel olarak tespit etmek için kullanıldı.

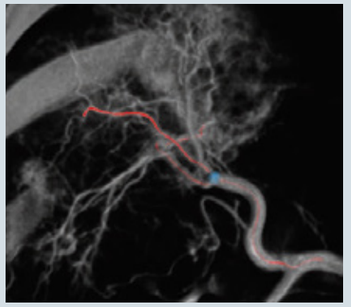
(6A – 6B) *syngo* Embolization Guidance kullanılarak işaretlenen besleyici damarları gösteren konik ışın BT görüntüleri.

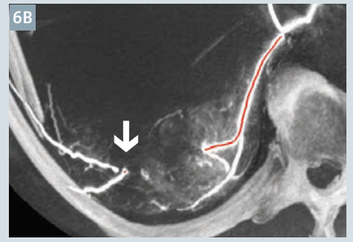
(6C) Konik ışın BT'den besleyici damarların fluoroskopik görüntü örtüşmesi, navigasyon sırasında yardım sağlıyor. Örneğin, kolayca kateterize etmek için C-kol LAO 35°'ye eğildi.

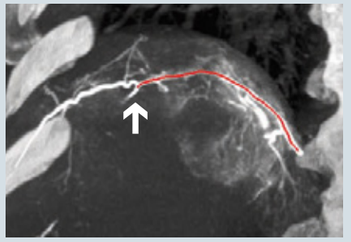
(6D) Dominant lezyona distal olan frenik arter *syngo* Embolization Guidance aracı kullanılarak işaretlendi ve hedef olmayan embolizasyonu önlemek için sarmal embolizasyon gerçekleştirildi. Sarmal embolizasyonun ardından, kateter lezyona proksimal olacak şekilde geri çekildi ve embolizasyon (hem kemo hem de tahriş etmeyen) gerçekleştirildi.

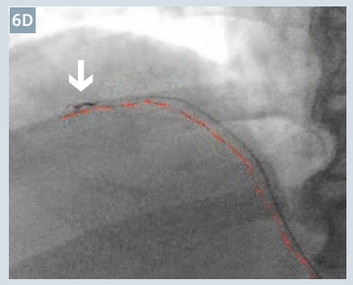
(6E) Tedavi sonrası kontrastsız konik ışın BT görüntüleri embolizasyondan sonra lezyonda hapis kalan artıksal kontrast nedeniyle geliştirme gösteriyor.

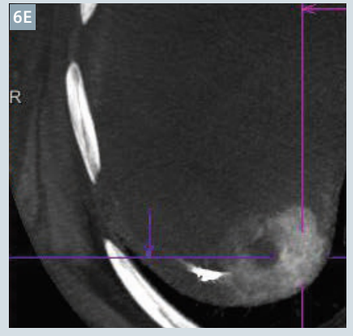


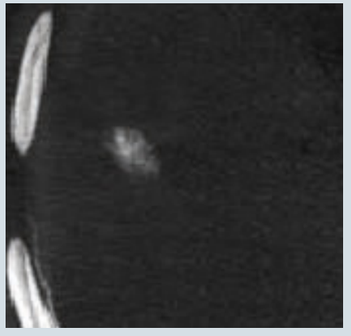












yana karşılaştırılmasının yanı sıra tedavi öncesi görüntülemede görüldüğü şekilde lezyonun tam geliştirmesini sergileyen kaynaştırılmış veri setini de ortaya koyuyor.

c. Konik ışın BT görüntülemesi aynı zamanda frenik arterden gelen ve daha ileri selektif kateterizasyon için çok küçük olan birçok küçük tümör dalı ortaya koydu. Bu durumda, tümöre distal olan frenik arter, kemoembolik rejimin proksimal teslimini kolaylaştırmak için mikro-sarmallarla embolize edildi.

d. Enjeksiyon protokolü:
10 saniye süre için enjekte edilen 10 ml için 1 ml/s, 4 saniye X-ray gecikmesi, kontrast maddenin seyreltmesi yok.

İletişim

gouthami.chintalapani@siemens.com

Prostatın transüretral MR termometri kılavuzlu ultrasonla ablasyonu – TULSA-PRO cihaz denemesinin 1. evresinde Heidelberg Deneyimi

Maya Mueller-Wolf[1]; Matthias Röthke[1]; Boris Hadaschik[2]; Sascha Pahernik[2]; Joseph Chin[4]; James Relle[5]; Mathieu Burtnyk[6]; Simon Dubler[3]; Johann Motsch[3]; Markus Hohenfellner[2]; Hein-Peter Schlemmer[1]; David Bonekamp[1]

[1] *Radyoloji Departmanı, Alman Kanser Araştırma Merkezi (DKFZ), Heidelberg, Almanya*
[2] *Üroloji Departmanı, Heidelberg Üniversite Hastanesi, Heidelberg, Almanya*
[3] *Anesteziyoloji Departmanı, Heidelberg Üniversite Hastanesi, Heidelberg, Almanya*
[4] *Üroloji Departmanı, Western Üniversitesi, London Victoria Hastanesi, London Sağlık Bilimleri Merkezi, London, ON, Kanada*
[5] *Üroloji Departmanı, Beaumont Health System, Royal Oak, MI, ABD*
[6] *Klinik İşler Departmanı, Profound Medical Inc., Toronto, ON, Kanada*

Arka plan

Prostat kanseri (PCa), batı yarıküresindeki erkeklerde en yaygın tanı konulan malignite. Prostat spesifik antijen (PSA) taramasının ortaya çıkmasından beri ağırlıklı olarak düşük seviyeli ve erken evreli PCa'lara tanı konmasında önemli bir artış görülmesine rağmen PCa, gelişmiş dünyada erkeklerde kanserle bağlantılı ölümlerin en yaygın ikinci nedeni olarak kalmaya devam ediyor [1] ve bu da onun agresif potansiyelini ve tarama ve tedavi ihtiyacını vurguluyor.

Prostat spesifik antijenin (PSA) kullanılması, tanıdaki ortalama yaşı düşürdü ve düşük seviyeli, küçük hacimli, lokalize prostat kanseri tanısı konan erkeklerin oranını artırdı [2, 3]. Tanıdaki ortalama yaş 66. PSA taramasının prostat kanseri için hassas olmasına rağmen, spesifikliği düşük. Yanlış pozitif PSA'sındaki yükselme, prostat hiperlazisi (BPH) veya prostatit gibi iyi huylu değişimlerle bağlantılı olabilir. Ayrıca, PSA ve PSA dansitesi (PSAD) gibi beze boyutu ayarlı parametreler, BPH ve kanser arasında veya agresif ölüm tehlikesi barındıran ve hastalığın düşük seviyeli yavaş büyüyen formları arasındaki farkı algılamaya ilişkin sınırlı yetiye sahip [4].

Biyopsi ile önemli bir PCa'nın tespitinin ardından, geleneksel prostat kanseri tedavisi tipik olarak ya cerrahi radikal prostatektomiden ya da radyasyon tedavisinden oluşuyor. PCa'nın agresifliğini tahmin etmekteki ısrarlı sınırlamalar nedeniyle, birçok hasta hâlâ hastalıkları için aşırı tedavi görüyor ve yaşam kalitesine önemli ölçüde zarar verebilen potansiyel uzun vadeli erektil disfonksiyon, idrar kaçırma ve bağırsak komplikasyonları ile birlikte ilgili ölüm oranlarına maruz kalıyorlar [5]. Düşük riskli PCa'nın, PCa'ya sahip olmayan erkeklere kıyasla sadece düşük bir ölüm riski taşıyabileceği iyi biliniyor [6]. Buna uygun olarak, düşük seviyeli PCa'lara sahip hastaları, önemli bir PCa tespit edilene kadar PSA testleri ve olasılıkla manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile takip etmekten oluşan bir aktif takip (AS) konsepti geliştirildi. Yakın zaman önce MRG, orta ve yüksek seviye PCa'nın tercihsel tespiti konusunda, transrektal ultrason kılavuzlu sistematik (TRUS) biyopsilerine [7] kıyasla PCa'nın tespitinde umut vaat etti. Negatif MRG şu anda önemli PCa'yı hariç tutmuyor ancak önemli PCa riskinin, negatif MRG'ye sahip hastalarda daha düşük olduğu rapor ediliyor [8]. MRG tespiti, lokalizasyonu ve PCa'nın derecelendirilmesi ve PCa tespiti için MR hassasiyeti ve spesifikliği ile ilgili artan veriler, lokal tedavi ile PCa'nın daha az invazif tedavilerinin kanıta dayalı geliştirilmesi için temeli genişletiyor. AS ve lokal hastalığın üzerinde iyi bir kontrol sağlayan radikal tedavi arasındaki orta terapötik yaklaşımlar çok talep gördüğünden, bu önemli bir ihtiyaca yanıt veriyor. Bu türden tedavilerle, hem tedaviyi orta risk grubuna göre özelleştirmek hem de küçük düşük-orta seviye PCa tanısı konan giderek daha çok sayıda genç erkeğin ve cerrahi için uygun adaylar olmayan daha yaşlı hastaların ihtiyaçlarına yanıt verirken kalıcı advers yan etkileri azaltmak mümkün olacak.

1 MR teknolojisti, fizikçi ve anestezi uzmanı ile birlikte, MR uyumlu anestezi makinesi ve DKFZ Heidelberg, Almanya'da yerinde genel anestezi için gerekli olan takip cihazlarıyla MRG süitinde hastanın pozisyonlanması.

Minimal oranda invazif ablatif tedaviler, iyi onkolojik sonuçlar ve düşük ölüm oranları elde etme potansiyeline sahip. Ablatif tedavilere MR kılavuzluğu eklemek, modaliteler arası ortak kayıt ihtiyacı olmadan tedavinin doğrudan takip edilmesi avantajını sunuyor. Buna ek olarak MR, termal enerjinin hedef dokuya optimal şekilde sunulması için bir geri besleme döngüsü üretmekte kullanılabilen MR termometri şeklinde sıcaklığın takibini sağlıyor. Aynı zamanda MR kılavuzluğu, PCa'nın görselleştirmesi için ana ve şu anda en çok umut vaat eden modaliteye dayanıyor. Bu özellikleri birleştirerek, bir MR termometrisi kılavuzlu ultrason termal ablasyon tekniği, kesin lezyon hedeflemesi ve kolay tümör kontrolü elde etmek için çok umut vaat edici görünüyor. Bu rapor, yakın zamanlı prospektif çoklu merkezli 1. evre TULSA-PRO cihazı klinik denemesi (aşağıda anlatılmaktadır) sırasındaki kurumsal deneyimimize dayanıyor. Bu 1. evre denemesi sırasında, TULSA-PRO cihazı, lokalize prostat kanserine sahip 30 erkekte prostat dokusunu ısıtmak ve ablate etmekte kullanıldı. Denemeye katılan 30 erkek arasından 14'ü Heidelberg'de tedavi edildi. Tüm prosedürler bir 3T Siemens MAGNETOM Tim Trio MR sistemi ile gerçekleştirildi. 1. evre denemesinin on iki aylık takip sonuçları analiz edildi ve yayınlandı [9]. 1. evre denemesinin hedefi, lokalize prostat kanserine sahip hastaların birincil tedavi ayarında tam beze prostat ablasyonu için TULSA-PRO cihazının klinik güvenliğini ve fizibilitesini belirlemekti. Deneme sırasında hedeflemenin hassasiyeti değerlendirilirken, tüm tedaviler, ablasyon marjı çevresinde beklenen %10 artıksal uygulanabilir prostat dokusu ile prostat kapsülüne 3 mm güvenlik marjına sahipti.

TULSA'ya genel bakış

MRG Kılavuzlu Transüteral Ultrason Ablasyon (TULSA), üretra aracılığıyla tüm prostat bezesini ablate eden, yeni, minimal düzeyde invazif bir teknoloji.

Kantitatif görüntü tabanlı planlama, takip ve tedavi kontrolünü, termal koagülasyon aracılığıyla prostat dokusunu (hem iyi huylu hem de kötü huylu) almak için terapötik ultrasonun transüretral şekilde sunumuyla birleştiriyor [9, 10].

Prosedür, tedavi sırasında edinilen gerçek zamanlı kantitatif termometri görüntülerine kayıt edilen yüksek çözünürlüklü planlama görüntüleri sunan bir MRG tarayıcısı (Şekil 1) içerisinde gerçekleştiriliyor. Bir kapalı devre sıcaklık geri besleme kontrol algoritması, ultrasonun yoğunluğunu, frekansını ve rotasyon hızını modüle ediyor ve ablasyon hacmini, bireysel prostat anatomisi için yüksek doğrulukla şekillendirerek peri-prostatik yapılara olası zarar gelmesi riskini azaltıyor (rektum, idrar büzgeni ve nerövasküler demetler) [11].

MRG tarayıcısı, geri besleme kontrollü ultrason ablasyonu için gerçek zamanlı termal dozimetrik takip sağlıyor.

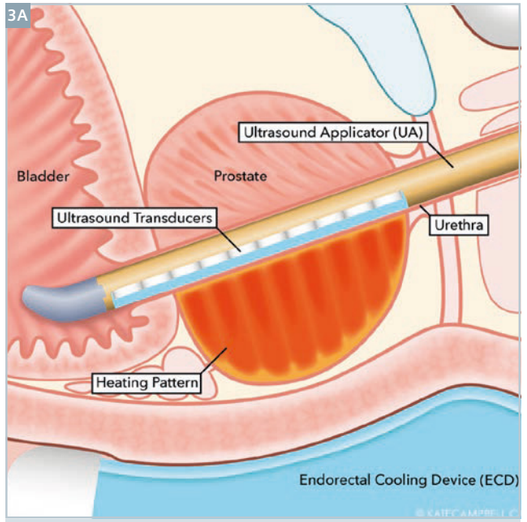
2 TULSA-PRO Sistemi Bileşenleri. Ultrason Aplikatörü, Endorektal Soğutma Cihazı ve Konumlandırma Sistemi, MRG yatağında Tarama odasının içerisinde. Tedavi Sunum Konsolu ve Sistem Elektronikleri Tarama ünetisinin dışarısında, Konsolda ve Ekipman odasında duruyor. Resimler, Profound Medical Inc.'e aittir.

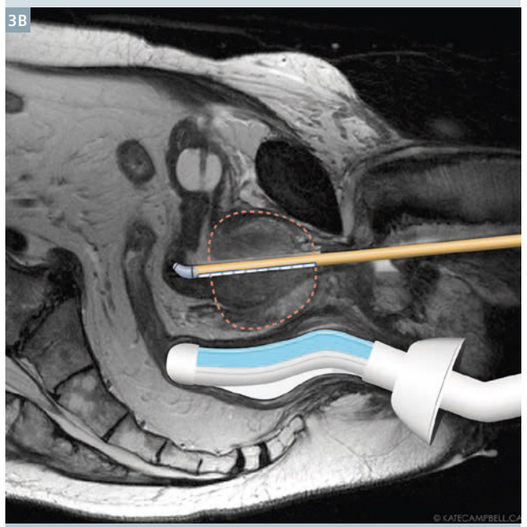
TULSA-PRO™ teknik ilkesi

1. evre klinik deneme sırasında, Profound Medical Inc. (Toronto, Kanada) şirketinin geliştirdiği TULSA-PRO cihazını kullandık.

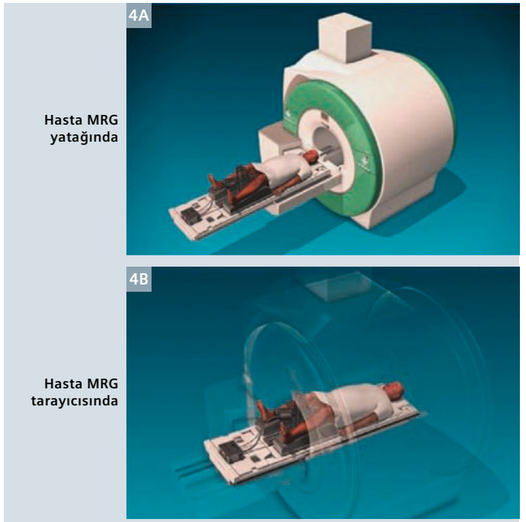
TULSA-PRO Sistemi bileşenleri, Şekil 2'de gösteriliyor. Katı bir Ultrason Aplikatörü (UA) idrar yoluna sokuluyor ve prostat bezesiyle temas edip buraya doğrudan ultrason enerjisi veriyor. 10 bağımsız ultrason transdüser öğesinden oluşan bir lineer dizilim, bitişik olan prostatın doğrudan içerisine yönsel (ancak odaklanmamış) yüksek yoğunluklu ultrason enerjisi yayıyor ve doku sıcaklıklarını hızlı bir şekilde termal koagülasyona yükseltiyor. Ultrason ışınının yapılandırması, büyük bir prostat dokusunun tedavisini mümkün kılıyor ve bu da tipik olarak 40 dakikadan az, yani eskiye kıyasla daha kısa tedavi süreleriyle sonuçlanıyor. Sıvı, UA içerisinde dolaştırılıyor ve 1-2 mm üretral doku koruması sağlıyor. Ayrı bir devre, ultrason ablasyonu sırasında rektal doku için termal koruma sağlamak için Endorektal Soğutma Cihazı (ECD) boyunca su akıtıyor. Şekil 3, bir hastada UA ve ECD'nin bir sagittal MR görüntüsünü ve örnek bir resmi gösteriyor.

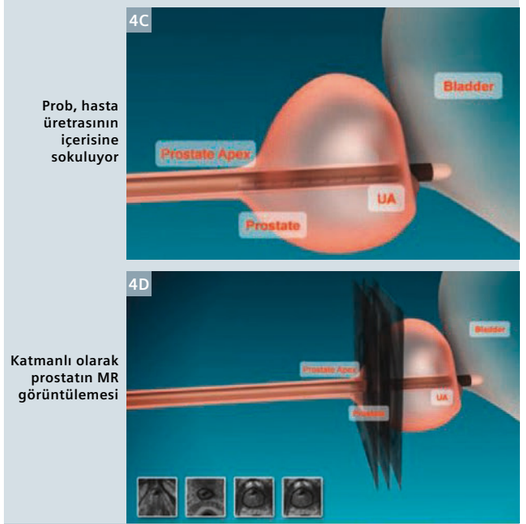
UA, prostat içerisinde cihazın uzaktan robotik lineer ve rotasyonel hareketini sağlayan bir





3 Bir hastada UA ve ECD'nin kavramsal resmi (3A) ve sagittal MR görüntüsü (3B) Resimler, Profound Medical Inc.'e aittir.





4 Bir hastada UA ve ECD'nin kavramsal resmi (3A) ve sagittal MR görüntüsü (3B) Resimler, Profound Medical Inc.'e aittir.

Konumlandırma Sistemiyle (PS) doğal konumunda tutuluyor. Tedavi sırasında UA, PS tarafından sürekli olarak döndürülüyor ve bu da sürekli bir termal hasar paterni sağlıyor ve ultrason sonikasyonları arasındaki soğuk noktaları önlüyor. MRG ekipman odasında konumlandırılan Sistem Taşıyıcısı, sıvı devreleri ve UA transdüser öğelerine ve PS motorlarına güç veren Sistem Elektroniklerini (SE) taşıyor.

Tedavi, ultrason tedavisi verilirken ısıtılan bölgenin gerçek zamanlı sıcaklık görüntülerini sağlayacak şekilde tamamen bir MRG içerisinde gerçekleştiriliyor. Özel bir yazılım arayüzü (Tedavi Sunum Konsolu, TDC), cihaz konumlandırması ve tedavi planlaması ve tedavi takibi ve kontrolü için sıcaklık görüntüleri için yüksek çözünürlüklü görüntüler görüntülemek için MR tarayıcısıyla iletişim kuruyor. Tedavi sırasında MRG termometrisi kullanarak, ultrason ışınlarının yoğunluğu ve UA'nın rotasyonu üzerinde dinamik sıcaklık geri besleme kontrolü, termal koagülasyon paternini prostat bezesinde doğru ve hassas bir şekilde şekillendirebiliyor ve böylece rektum, idrar büzgeni ve nörovasküler demetler gibi çevreleyen önemli anatomiye olası zarar riskini azaltıyor [11].

Prosedür sırasında yazılım, hedef sınırları içerisinde en az (≥ 55°C) hedef sıcaklığı elde etmek için ultrason parametrelerini (güç, frekans ve cihaz rotasyon hızı) otomatik olarak ayarlıyor. Prostat dokusu sıcaklığı geri bildirimi, prosedür sırasında gerçek zamanlı olarak MR tarayıcısından sağlanıyor ve bir sıcaklık haritası formunda görüntüleniyor (bkz Şekil 5).

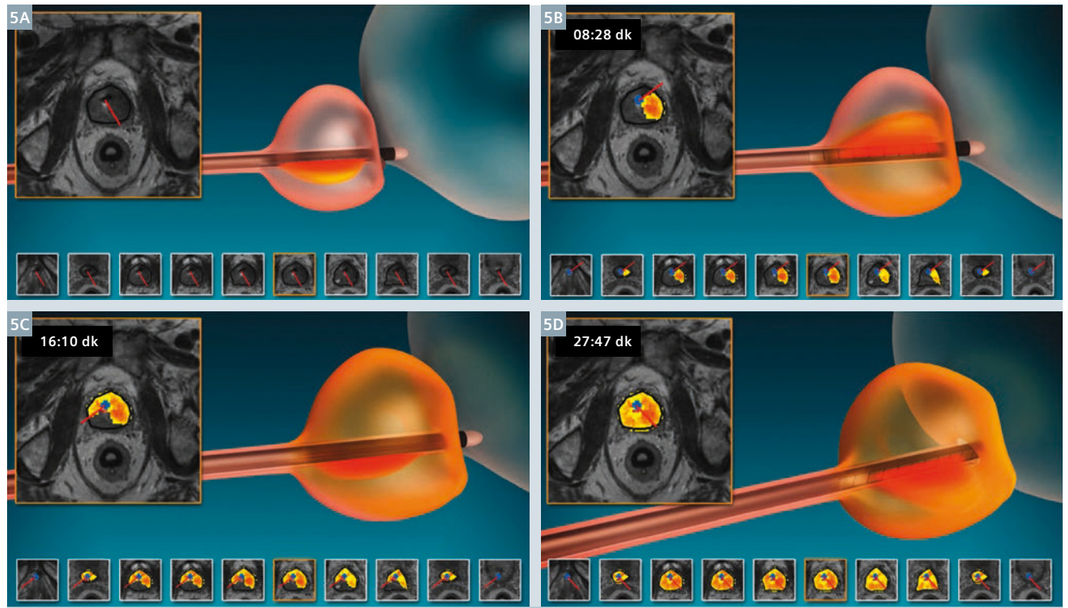
Prosedür

Suprapubik kateterin ve bir transüretral rehber telin sokulmasından önce hastalara genel anestezi uygulanıyor. Hasta daha sonra MR yatağına taşınıyor ve UA manuel olarak rehber telin üzerinden sokuluyor ve bunu ECD takip ediyor (Şekil 4A).

MR kılavuzluğu ve robotik PS'nin uzaktan operasyonu altında, UA hassas bir şekilde prostatik üretra içerisine konumlandırılıyor (Şekil 4B ve 4C). Tedavi planlaması için yüksek çözünürlüklü prostat MR görüntüleri ediniliyor (T2-ağırlıklı turbo spin eko, eko/tekrar süresi 52/3000 ms, 26-cm görüş alanı, 1 x 1 x 2,5 mm3 vokseller).

Doktor, TDC'yi kullanarak UA'ya ters ve her bir transdüser öğesiyle hizalı olarak edinilen oblik-aksiyal görüntülerde dış prostat sınırını takip ediyor (Şekil 4D).

Hedef prostat hacmi, doktorlar tarafından çizilen dış prostat sınırı ile tanımlanıyor ve akut termal koagülasyon elde etmek için kritik olan ≥55°C'ye ısıtılıyor (Şekil 5). Tedavi, aktif MRG termometri geri bildirim kontrolü altında UA'nın bir tam rotasyonunda prostata verilen yüksek yoğunluklu ultrason enerjisiyle başlıyor (proton rezonans frekansı kaydırma yöntemi, eko düzlemsel görüntüleme, planlama görüntüleriyle hizalanmış oblik-aksiyal, eko/tekrar süresi 8/350 ms, 26 cm görüş alanı, 2 x 2 x 4 mm3 vokseller, insan prostatında in vivo 0.8°C ortalama hassasiyet). Gerçek zamanlı MRG termometri görüntüleri



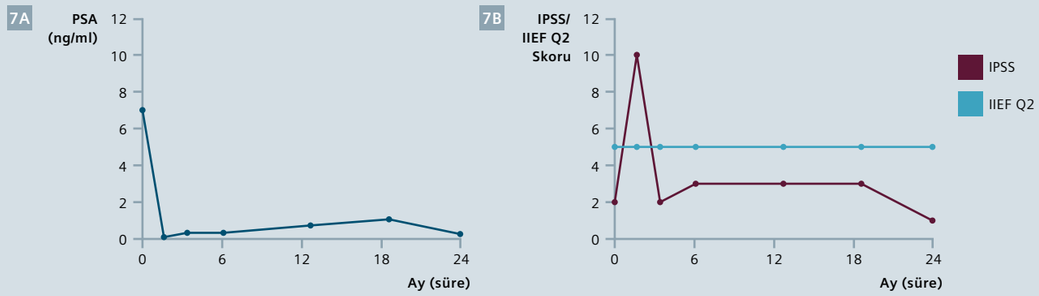
5 UA'nın tam rotasyonunda tamamlanan bir MRG kılavuzlu TULSA tedavisinin zamansal evrimi. Resim, Profound Medical Inc.'e aittir.

Olgu 1

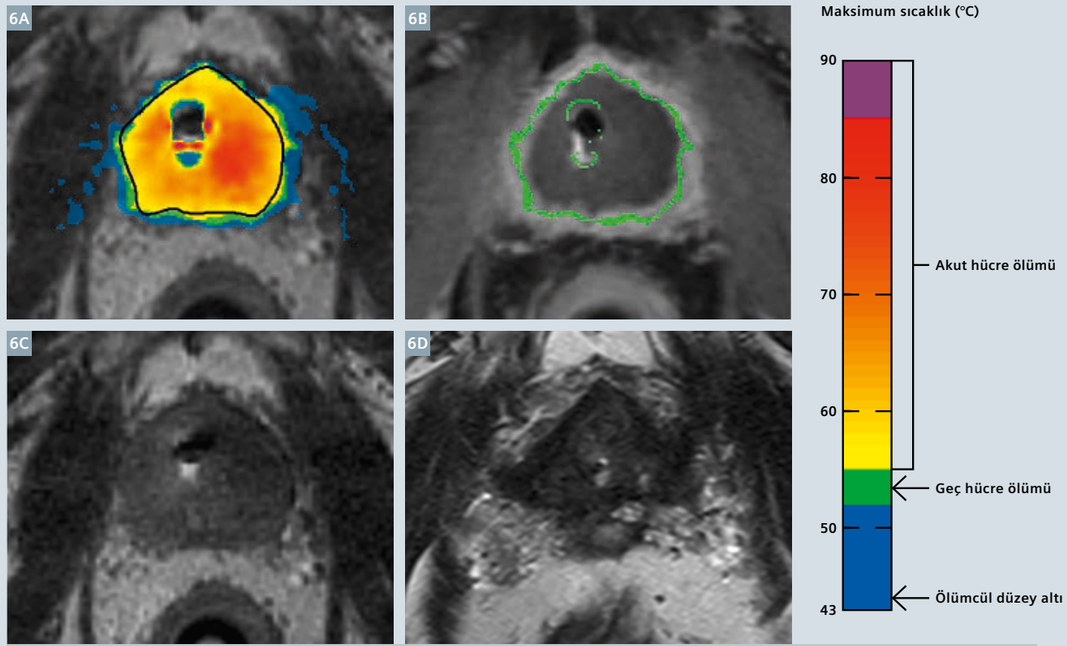
İlk başlarda aktif takiple yönetilen, sağlığı iyi durumda 70 yaşında hasta, 1. evre araştırmasına kayıt edildi ve TULSA-PRO ile tedavi edildi. 2012'de, hastada 6,3 ng/ml klinik evre T1c'lik bir PSA görülüyordu ve ilk biyopsi, 3+3 Gleason Skoruyla 1/12 pozitif çekirdek gösteriyordu. 2013'te hastanın PSA'sı 7,5 ng/ml'ye yükseldi ve ikinci biyopsi yapıldı. Bu sefer 3+3 Gleason Skoruyla 6/26 pozitif çekirdek görüldü. Hasta daha sonra TULSA-PRO araştırmasına kayıt oldu ve Ekim 2013'te tedavi edildi.

Prostat hacmi 33 cc'ydi ve ultrason tedavisinin süresi de 25 dakikaydı. Şekil 6A, prostat ablasyonunun milimetrik doğruluğunu ve hassasiyetini gösteren bir örnek orta beze MR termometri görüntüsünü gösteriyor. Termometri bulguları, sitoablatif termal tedavi bölgesiyle uyumlu olan perfüze olmamış dokunun hipointens bölgesiyle tedavi sonrası CE-MRI ile doğrulanıyor (Şekil 6B). Şekil 6C ve D, beze hacminde %85 oranında bir düşüş gösteren, 12 ay sonraki prostat anatomi değişimlerini gösteriyor.

Şekil 7, TULSA-PRO ile tedavinin ardından PSA'da ve hasta yaşam kalitesinde olan değişiklikleri gösteriyor. PSA, 1 ayda <0,10 ng/ml'lik en alt noktaya ulaştı ve 24 ayda 0,25 ng/ml'de sabit kaldı. Uluslararası Prostat Semptom Skoru (IPSS, "semptom yok" olarak 0'dan "şiddetli semptomlar" olarak 35'e kadar) ilk olarak 1 ayda arttı ve TULSA-PRO ile tedaviden sonra 3 ayda referans hattına geri döndü ve 24 ayda daha da düştü. Erektil Fonksiyon Dahili Endeksi (IEFF) Öğe 2 (penetrasyon için yeterli olan ereksiyon sertliği, "asla veya neredeyse asla'ya" denk gelen 0 ile "her zaman veya neredeyse her zaman'a" denk gelen 5 arasında), 24 aylık takip boyunca TULSA-PRO ile tedavi sonrasında değişmemiş olarak kaldı. Bu hastada, TULSA-PRO ile tedaviye atfedilebilir olan toplamda tek bir olumsuz olay görüldü ve bu da oral antibiyotiklerle çözümlenen asemptomatik idrar yolu enfeksiyonuydu. 12 ayda, hastanın 12 çekirdek transrektal takip biyopsisi, adenokarsinom için negatif sonuç verdi.



7 Örnek olgu araştırmasının konusu olan hastanın PSA ve Yaşam Kalitesi sonuçları (zaman 0'da TULSA-PRO tedavisi). 7A, TULSA-PRO ile tedavinin ardından 1 ayda PSA'nın <0.10 ng/ml'ye düştüğünü ve 24 ayda 0,25 ng/ml'de sabit kaldığını gösteriyor. 7B, 1 ayda IPSS skorunun [0 (semptom yok) ile 35 (şiddetli semptomlar) arasında] arttığını ve TULSA-PRO ile tedavinin ardından 3 ayda referans hattına geri döndüğünü, 24 ayda daha da düştüğünü gösteriyor. IIEF Q2 skoru (penetrasyon için yeterli ereksiyon sertliği) [0 (asla veya neredeyse asla) ile 5 (her zaman veya neredeyse her zaman) arasında] 24 aylık takip boyunca, TULSA-PRO ile tedaviden sonra değişmemiş olarak kalıyor.

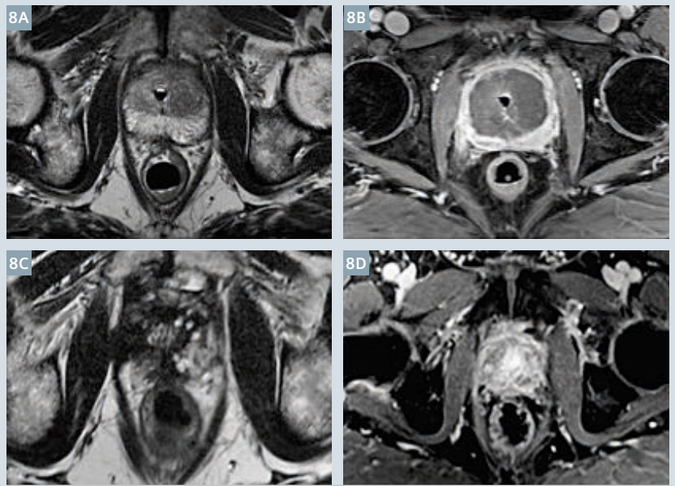


6 Orta beze boyunca örnek görüntülerle örnek olgu araştırmasının konusu hastanın MRG bulguları. 6A, gerçek zamanlı MR termometrisi kullanılarak ölçülen prostattaki maksimum sıcaklığı gösteriyor; akut hücre ölümü hedef sıcaklığı ≥ 55°C tedavi planına göre doğru ve hassas bir şekilde oluşturuldu (siyah kontur). 6B, MR termometrisinde ablatif sıcaklıklarla uyumlu perfüze olmamış prostat dokusunun hipointens bölgesini sergileyen tedavinin hemen sonrasında edinilen CE-MRG'yi gösteriyor. 6C, 12 aylık takipte aynı lokasyonu gösteren 6D'ye kıyasla ilgili tedavi planlaması görüntüsünü (0. Gün) gösteriyor.

Olgu 2

9,1 ng/ml'lik bir ilk PSA'ya 3+3'lük Gleason Skoruna sahip 68 yaşında hasta Mart 2014'te TULSA-PRO ile tedavi edildi. Prostat hacmi 58 cc'ydi ve 58 dakikalık normalden uzun bir ultrason tedavi süresi gerektiriyordu. Tedavi öncesinde hasta, 20 değerinde bir IPSS'ye sahipti (şiddetli semptomlar) ve bu, 3 ve 24 ayda 11'e ve 9'a düştü (her ikisi de orta derecede semptomatik). Referans hattı IIEF öğesi 2 skoru 2'ydi ve 3 ve 24 ayda 2 ve 3 olarak sabit kaldı. Prosedürle ilişkilendirilen yan etkiler, oral antibiyotiklerle çözümlenen idrar yolu enfeksiyonu ve 2 haftadan (protokol başına) 5 haftaya kadar tedavi sonrası uzatılmış kateterizasyon gerektiren obstrüktif miksiyondu.

Tedavi sonrasında, PSA değeri 1 ayda 1,0 ng/ml'ye ve 3 ayda 0,9 ng/ml'ye, 6 ayda 0,7 ng/ml'ye düştü ve 24 ayda 0,55 ng/ml'de sabit kaldı. 12 ayda biyopsi negatifti. Şekil 8, bu hastanın tedavi gününü ve 12 ay orta-beze MR görüntülerini gösteri



8 Örnek olgu II hastasının MRG bulguları. Tedavi gününde (8A, B) ve 12 ayda (8C, D) orta-beze boyunca örnek görüntüler. 8A, gerçek zamanlı MR termometri algoritmasının hedef sınırlarını tanımlamak için kullanılan aksiyal T2-ağırlıklı tedavi planlama görüntüsünü gösteriyor. 8B, tedavinin hemen ardından edinilen T1-ağırlıklı yağ doygunluğu kontrast geliştirilmiş görüntüyü gösteriyor. Perfüze olmamış prostat dokusunun hipointens bölgesiyle doğru ablasyonu ve gelecek Pivot denemede azaltılacak olan aşama I denemesinde kullanılan 3 mm'lik periferik güvenlik marjını sergiliyor. 8C, 12 ayda prostat bezesinin aksiyal T2-ağırlıklı görüntüsünü gösteriyor. Prostat hacmi önemli ölçüde azaltılmış ve T2 hipointens skarlaşması görülüyor. 8D, fibrotik doku ve kalan periferik prostat dokusunun bir karışımına denk gelen geliştirmeye sahip bir T1-ağırlıklı yağ doygun kontrast geliştirilmiş görüntüde 12. aydaki takipte düşük tedavi sonrası prostat hacmini gösteriyor.

her 5,9 saniyede bir ediniliyor ve tedavi sırasında bir üç boyutlu sıcaklık hacminin sürekli değerlendirmesini sağlıyor. Tedavi sonrasında, kontrast geliştirilmiş (CE) MRG, perfüze olmamış doku hacmini doğrulamak için edinilebiliyor.

TULSA-PRO prospektif 1. evre araştırmasının sonuç özeti

Prospektif 12 ay 1. evre takip verilerinin bir analizi, TULSA-PRO'nun uzamsal olarak doğru olduğunu ve iyi bir güvenlik profili ve düşük erektil disfonksiyon oranı sağlarken iyi ve kötü huylu prostat dokusunu milimetrelik bir doğrulukta alacak kadar hassas olduğunu gösterdi [9].

30 denek arasında, medyan (IQR) yaşı 69'du (67-71) ve 24'ünde (%80) düşük risk ve 6'sında (%20) orta risk kanserler bulunuyordu (D'Amico kriterleri). Tablo 1'de özetlendiği gibi, ultrason tedavi süresi 36 dakikaydı (26-44) ve prostat hacmi 44 cc'ydi (38-48). Ablasyonun uzamsal kontrolü 0,1 ± 1,3 mm idi (0,1 mm'lik uzamsal doğruluk, ± 1,3 mm hassasiyet). Advers olaylar (CTCAE v4) arasında hematuri 13 hastada Derece 1 (%43) (asemptomatik) ve 2 hastada da Derece 2 (%6.7) (semptomatik) olarak görüldü. İdrar yolu enfeksiyonları Derece 2, 10 hastada (%33), akut üriner retansiyon Derece 1 (bloke suprapubik kateter) 3 hastada (%10) ve Derece 2'de (uzatılmış kateterizasyon) 5 hastada (%17) ve epididimit Derece 3'de (IV antibiyotiklerle çözümlendi) 1 hastada (%3,3) görüldü. Rektal yaralanmalar veya intraoperatif komplikasyonlar görülmedi.

8 (5-13) değerinde olan referans hattı IPSS, 3 ayda 6 oldu (4-10) ve 12 ayda 5 (4-7) olarak sabitlendi (n=29). Penetrasyon için yeterli ereksiyona sahip hastaların oranı (IIEF öğe 2 ≥ 2) değişmemiş olarak kaldı ve referans hattında 21/20 (%70)'den 12 ayda 20/29 (%69) oldu. Medyan PSA 1 ayda %87 azaldı ve 12 ayda 0,8 (0,6-1,1) ng/ml olarak sabitlendi (n=30). 12 ayda pozitif biyopsiler, 9/29 hastada (%31) klinik olarak önemli hastalık ve 16/29 hastada (%55) herhangi bir hastalık olarak toplam kanser uzunluğunda %61 azalma gösteriyor.

Sonuç

Burada, en çok sayıda hastanın Heidelberg'de kayıt edildiği, yakın zaman önce tamamlanmış kapsamlı prospektif 1. evre araştırması sırasında TULSA-PRO cihazı ile olan ilk deneyimimizi rapor ediyoruz. TULSA-PRO cihazı, milimetrik doğruluk ve hassasiyetle hedef iyi ve kötü huylu prostat dokusunu güvenli bir şekilde çıkarmak için yeni, MRG kılavuzlu, minimal olarak invazif bir yöntem sunuyor. Transüretral ultrasonun verilmesi sırasında gerçekleştirilen gerçek zamanlı MR termometrisi, hedef dokunun ablasyonunda yüksek başarıyla termal hacmin aktif geri bildirim kontrolünü mümkün kılıyor. Buna ek olarak, MRG kılavuzluğu, füzyon algoritmalarına ihtiyaç olmadan doğru tedavi planlaması için prostatın yüksek çözünürlüklü görüntülerinin edinimini sağlıyor.

Parametre (n=30)		Ortalama	Araştırma Sapması	Medyan	IQR
Hasta Yaşı (Yıl)		69,0	3,7	69	67-71
Prostat Hacmi (cc)		47,6	17,2	44	38-48
Ultrason Tedavi Süresi (dk)		35,8	10,4	36	26-44
Termal Ablasyon Doğruluğu (mm)		0,1	0,4	0,1	–0,3-0,4
Termal Ablasyon Hassasiyeti (mm)		1,3	0,4	1,3	1,0-1,5
Medyan Değeri (IQR)	**Referans Hattı**	**1 ay**	**3 ay**	**6 ay**	**12 ay**
IPSS	8 (5-13)	14 (11-19)	6 (4-10)	5 (3-8)	5 (4-7)
IIEF öğesi 2	13 (6-28)	7 (2-12)	11 (4-18)	11 (4-19)	13 (5-25)
Bağırsak Alışkanlıkları	100 (90-100)	100 (80-100)	100 (89-100)	100 (89-100)	100 (100-100)
PSA (ng/ml)	5,8 (3,8-8,0)	0,8 (0,5-1,1)	0,9 (0,4-1,7)	0,8 (0,4-1,1)	0,8 (0,6-1,1)

Tablo 1: Prospektif 12 ay 1. evre takip verilerinin sonuç özeti.

TULSA-PRO cihazı, iyi bir yan etki profili ve idrar, erektil ve bağırsak fonksiyonu üzerine küçük bir etkiyle veya bunlara etki etmeyecek şekilde, 1. evre denemesi sırasında prostat kapsülüne 3 mm'lik bir güvenlik marjını korurken hedef prostat hacimlerin koruyucu bir termal ablasyonunu sergiledi. Gelecek Pivot denemede ve 1. evre sırasındaki milimetrelik doğruluğun değerlendirilmesinin ardından, güvenlik marjı, prostatik dokunun en periferik kısımlarının tedavisine de izin verecek şekilde azaltılacak.

TULSA-PRO, lokalize prostat kanseri tanısı konan hastalar ve doktorlar için etkili bir tedavi seçeneği olma potansiyeline sahip. Cihazın etkililiği, Avrupa (Almanya, Hollanda, İspanya), Kanada ve ABD'deki 10'dan fazla kurumda 110 hastalık bir denemeyle gelecek prospektif pivot araştırma aracılığıyla değerlendirilmeye devam ediyor.

Referanslar

1 Carlsson S and Vickers A, "Spotlight on prostate cancer: the latest evidence and current controversies," BMC Medicine 13:60 (2015).

2 Cooperberg M, Broering J, Kantoff P and Carroll P, "Contemporary trends in low risk prostate cancer: risk assessment and treatment," The Journal of Urology 178(3 Pt 2): S14-9 (2007).

3 Neutel C, Gao R, Blood P and Gaudette L, "The changing age distribution of prostate cancer in Canada," Canadian Journal of Public Health 98(1): 60-4 (2007).

4 Hammerer P, Kattan M, Mottet N and Prayer-Galetti T, "Using prostate-specific antigen screening and nomograms to assess risk and predict outcomes in the management of prostate cancer," BJU International 98(1): 11-9 (2002).

5 Thompson I, Thrasher JB, Aus G, Burnett AL, Canby-Hagino ED, Cookson MS, D'Amico AV, Dmochowski RR, Eton DT, Forman JD, Goldenberg SL, Hernandez J, Higano CS, Kraus SR, Moul JW, Tangen CM; AUA Prostate Cancer Clinical Guideline Update Panel, "Guideline for the management of clinically localized prostate cancer: 2007 update," The Journal of Urology 177(6): 2106-31 (2007).

6 Rider JR, Sandin F, Andrén O, Wiklund P, Hugosson J, Stattin P. Long-term outcomes among noncuratively treated men according to prostate cancer risk category in a nationwide, population-based study. Eur Urol. 2013 Jan;63(1):88-96. doi: 10.1016/j.eururo.2012.08.001. Epub 2012 Aug 10. PMID: 22902040

7 Siddiqui MM, Rais-Bahrami S, Truong H, Stamatakis L, Vourganti S, Nix J, Hoang AN, Walton-Diaz A, Shuch B, Weintraub M, Kruecker J, Amalou H, Turkbey B, Merino MJ, Choyke PL, Wood BJ, Pinto PA. Magnetic resonance imaging/ultrasound-fusion biopsy significantly upgrades prostate cancer versus systematic 12-core transrectal ultrasound biopsy. Eur Urol. 2013 Nov;64(5):713-9. doi: 10.1016/j.eururo.2013.05.059. Epub 2013 Jun 12.

8 Dianat SS, Carter HB, Pienta KJ, Schaeffer EM, Landis PK, Epstein JI, Trock BJ, Macura KJ. Magnetic resonance-invisible versus magnetic resonance-visible prostate cancer in active surveillance: a preliminary report on disease outcomes. Urology. 2015 Jan;85(1):147-53. doi: 10.1016/j.urology.2014.06.085. Epub 2014 Oct 16.

9 Chin JL1, Billia M2, Relle J3, Roethke MC4, Popeneciu IV5, Kuru TH5, Hatiboglu G5, Mueller-Wolf MB4, Motsch J5, Romagnoli C2, Kassam Z2, Harle CC2, Hafron J3, Nandalur KR3, Chronik BA2, Burtnyk M6, Schlemmer HP4, Pahernik S5. Magnetic Resonance Imaging-Guided Transurethral Ultrasound Ablation of Prostate Tissue in Patients with Localized Prostate Cancer: A Prospective Phase 1 Clinical Trial. Eur Urol. 2016 Jan 6. pii: S0302-2838(15)01238-5. doi: 10.1016/j.eururo.2015.12.029. [Epub ahead of print]

10 Chopra R, Colquhoun A, Burtnyk M, N'djin WA, Kobelevskiy I, Boyes A, Siddiqui K, Foster H, Sugar L, Haider MA, Bronskill M and Klotz L, "MR imaging-controlled transurethral ultrasound therapy for conformal treatment of prostate tissue: initial feasibility in humans," Radiology 265(1): 303-13 (2012).

11 Burtnyk M, Chopra R and Bronskill M, "Simulation study on the heating of the surrounding anatomy during transurethral ultrasound prostate therapy: A 3D theoretical analysis of patient safety," Medical Physics 37(6): 2862-75 (2010).

12 Fütterer JJ, Briganti A, De Visschere P, Emberton M, Giannarini G, Kirkham A, Taneja SS, Thoeny H, Villeirs G and Villers A, "Can clinically significant prostate cancer be detected with multiparametric magnetic resonance imaging? A systematic review of the literature," European Urology 68(6): 1045-53 (2015).

13 American Cancer Society, http://www.cancer.org/cancer/prostatecancer

İletişim

Dr. David Bonekamp,.
Radyoloji Bölümü - E010
Almanya Kanser Araştırmaları Merkezi
Im Neuenheimer Feld 280
69120 Heidelberg
Almanya
d.bonekamp@dkfz-heidelberg.de

Kapsamlı bir kardiyak BT incelemesi – BT anjiyografi, BT stres perfüzyonu ve geç kontrastlı BT

Yazı: Dr. Satoshi Nakamura; Dr. Kakuya Kitagawa; Nagasawa Naoki, RT ve Dr. Hajime Sakuma

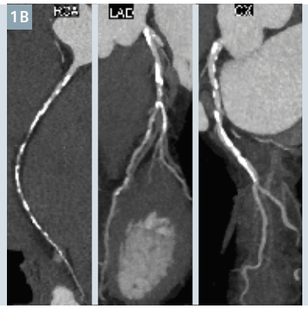
Radyoloji Departmanı, Mie Üniversite Hastanesi, Tsu, Japonya

Hastanın hikayesi

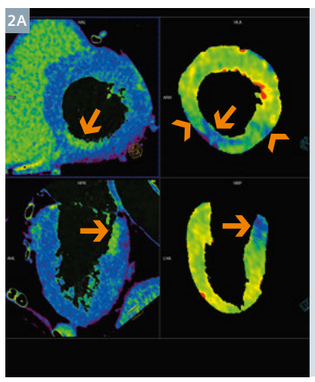
79 yaşındaki erkek hasta, koroner kalp hastalığının takibi için hastanemize sevk edildi. Yüksek tansiyon nedeniyle medikasyon alıyordu ve asemptotikti. Sevki gerçekleştiren doktor, hastaya, 2001'de invazif koroner anjiyografi ile çoklu önemli stenoz (#1 %90, #2 %99, #5 %50, #7 %50 ve #13 %75) tanısı konduğunu ama hastanın invazif revaskülerizasyon gerçekleştirilmesini reddettiğini rapor etti. 2010'da, sevki gerçekleştiren doktor, hastayı, takip için kardiyak MR yaptırmaya ikna etti. İnferiyor duvarda iskemi ile sub-endokardiyal miyokard enfarksiyonu görüldü. Hasta, yine invazif anjiyografi ile tedavi edilmemeyi tercih etti. Çoklu koroner stenozların bilinmesine rağmen, başlıca endişe, miyokard enfarksiyonun veya iskeminin kötüleşip kötüleşmediğiydi. Bu kez kardiyak BT önerildi ve koroner arterlerin yanı sıra miyokardiyumun durumunu değerlendirmek için bir entegre kardiyak BT muayenesi gerçekleştirildi.

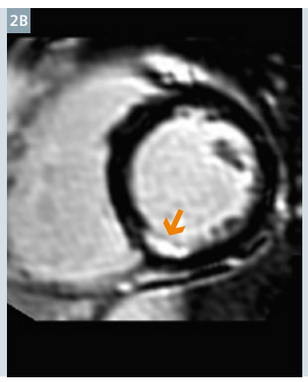
Tanı

Koroner BT anjiyografisi (cCTA), koroner arterlerde kapsamlı kalsifikasyonlar ortaya koydu (Şekil 1); sağ koroner arter en şiddetli şekilde etkilenmiş görünüyordu. BT stres perfüzyon muayenesinin miyokardiyal kan akışı (MBF) haritalarında inferior duvarda orta seviye iskemi görüldü (Şekil 3). Bu RCA bölgesel iskemi, küçük bir enfarksiyon alanına denk gelecek şekilde, BT gecikmiş geliştirme taramasında bir küçük endokardiyal lezyonla aynı konumda, MBF haritalarında şiddetli bir perfüzyon kusurunu da kapsıyordu (Şekil 2A). 5 yıl önceki kardiyak MR bulgularına kıyasla sub-endokardiyal lezyon değişmemişti (Şekil 2B). Hasta asemptomatik olduğu ve invazif tedavi istemediği için, evde optimal medikal tedavi almaya devam etmek üzere taburcu edildi.



1 VRT (Şekil 1A) ve eğimli MPR (Şekil 1B) görüntülerinde kapsamlı kalsifikasyonlara sahip koroner arterler görünüyor.



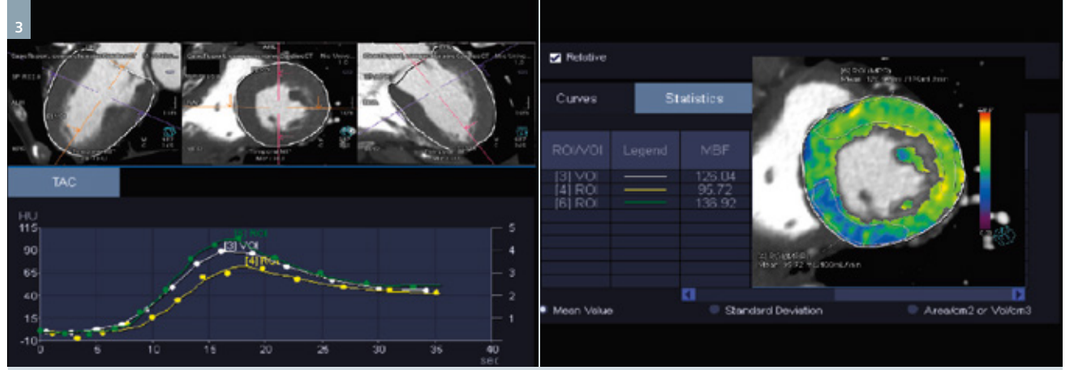


2 MBF haritasında, inferior duvarda nispeten büyük bir orta düzey iskemi (ok uçları) içerisinde küçük bir şiddetli perfüzyon kusuru alanı (oklar) görünüyor (Şekil 2A, sağ, ayrıca bkz Şekil 3). Bu, BT gecikmeli geliştirme taramasında küçük bir subendokardiyal lezyona (oklar) denk geliyor (Şekil 2A, sol). Sol ventrikül kan havuzu, bir uç sistolik cCTA rekonstrüksiyonu ile füzyonla baskılanıyor. 2010'da edinilen MR görüntüsüne kıyasla önemli bir değişiklik bulunmuyor (Şekil 2B).

Yorumlar

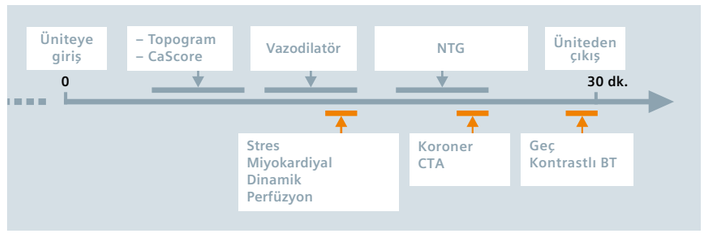
Şiddetli şekilde kalsifiye olmuş koroner arter vakalarında, stenozların doğrudan bir değerlendirmesi zordur. Ancak, bu vakada olduğu gibi, arterlerin durumu ne olursa olsun, miyokardiyal enfarksiyon ve iskemi değerlendirilebiliyor. 79 yaşındaki hasta, invazif muayene geçirmek istememekteydi ve cCTA, miyokardiyal stres perfüzyonu ve geç kontrastlı serinin de dahil olduğu, Dual Source BT'nin mümkün kıldığı kapsamlı bir BT değerlendirmesi durumunu analiz etmek için faydalıydı.

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.



3 MBF değerlendirmesi, aynı katmanda normal miyokardiyuma (ROI#6, yeşil, 137 mL/100 mL/dk) ve tüm miyokardiyuma (VOI#3, beyazda, 126 mL/100 mL/dk) kıyasla orta düzey bir iskemik bölge (ROI#4, sarıda, 96 mL/100 mL/dk) ortaya koyuyor.

Kapsamlı bir kardiyak BT incelemesinin şeması



İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Force		
Tarama alanı	Kalp		
Tarama modu	Stres miyokardiyal perfüzyon	cCTA (Sek.)	Gecikmeli geliştirme
Tarama uzunluğu	101 mm	134 mm	103 mm
Tarama yönü	karşılıklı	Kraniokaudal	shuttle
Tarama süresi	34 s (13 faz)	4,75 s	7 s (3 faz)
Tüp gerilimi	80 kV	80 kV	80 kV
Tüp akımı	88 mAs/rot.	130 mAs/rot.	190 mAs/rot.
$CTDI_{vol}$	22,6 mGy	6,7 mGy	11,2 mGy
DLP	239 mGy cm	239 mGy cm	118,6 mGy
Etkili doz	3,3 mSv	1,27 mSv	1,66 mSv
Rotasyon süresi	0,25 s	0,25 s	0,25 s
Kesit kolimasyonu	48 × 1,2 mm	168 × 0,6 mm	192 × 0,6 mm
Kesit genişliği	3 mm	0,6 mm	1 mm
Rekonstrüksiyon artışı	1 mm	0,3 mm	1 mm
Rekonstrüksiyon çekirdeği	Qr36	Bv40 ADMIRE 3	Qr36
Kalp atım hızı	53 – 115 bpm	48 – 51 bpm	48 – 51 bpm
Kontrast		370 mg/mL	
Hacim	40 mL	43 mL	–
Akış oranı	5 mL/s	3,5 mL/s	–
Başlangıç gecikmesi	4 s	17 s	cCTA'dan sonra 7 dakika
Tarama zamanlaması	ATP infüzyon başlangıcı ↓ 3 dk. tarama	ATP infüzyon serbest bırakılması ↓ Nitro ↓ 7 dk. tarama	koroner CTA ↓ 5 dk. tarama

Dual Enerji perfüzyon haritaları multipl periferik pulmoner embolide perfüzyon defektlerini ortaya koyuyor

Yazı: Dr. Andreas M. Bucher ve Dr. Ralf W. Bauer

Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü, Frankfurt am Main Üniversite Hastanesi, Frankfurt am Main, Almanya

Hastanın hikayesi

58 yaşındaki kadın hasta, nefes darlığı ve akut göğüs ağrısı şikayetiyle acil servise geldi. Geçmişi, uzun mesafeli seyahatler, sigara kullanımı ve cinsiyet gibi ek risk faktörleri nedeniyle genişletilmiş bir immobilite ortaya koydu. Wells skoruna göre pulmoner emboli riski de D-dimer seviyesi gibi yükselmişti, arteriyal O2-doygunluk seviyesi ise takip sırasında düşüktü. Pulmoner embolizma ihtimalini elemek için BT taraması istendi. Dual Enerji modunda pulmoner BT anjiyografisi (CTA) gerçekleştirildi.

Tanı

CTA görüntüleri, çoklu bilateral segmental ve subsegmental pulmoner emboliler ortaya koydu. Trombüs formasyonunun neden olduğu branşlama doldurma defektleri her iki üst lobda da görüldü. Merkezi pulmoner arterlerde embolik formasyon bulunmuyordu ve segmental seviyede tam oklüzyon yoktu. Sağ atrium ve ventrikülün büyümesi ve interventriküler septumun sol ventriküle doğru ark yaptığı gözlemlendi.

Pulmoner perfüzyon haritaları, pulmoner kan hacminde genişletilmiş iki yönlü azalma ortaya koydu. Perfüzyon defektleri, apikal ve lateral sağ üst lobu, lateral orta lobu, sağ alt lobun periferik bölgelerini, apikolateral sol üst lobu birçok daha küçük periferik kusurla etkileyen sağ yanda baskındı. Bu perfüzyon defektleri tipik bir anahtar şekline sahipti.

Pulmoner segmentlerin hiçbiri tam bir perfüzyon defekti göstermedi.

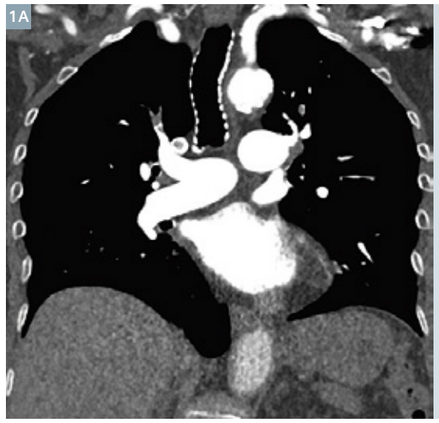
Yorumlar

Pulmoner embolinin ve eşlik eden perfüzyon bozukluğunun varlığıyla ilgili tanısal bilgiler, Dual Enerji pulmoner CTA kullanılarak eşzamanlı edinilebiliyor. İyot kantifikasyonunu kullanan pulmoner kan hacmi haritaları, subsegmental pulmoner arterlerin tam veya tam altı oklüzyonlarından pulmoner perfüzyon defektleri hakkında değerli bilgiler ekliyor. Bu emboliler çok küçük ve eğer sadece Tek Enerji CTA temel alınırsa gözden kaçırılma potansiyelleri bulunuyor. Multipl periferik emboli durumunda, perfüze kan hacmi görüntülemesi şiddetli pulmoner perfüzyon defekti için görsel bir korelasyon sağlıyor.

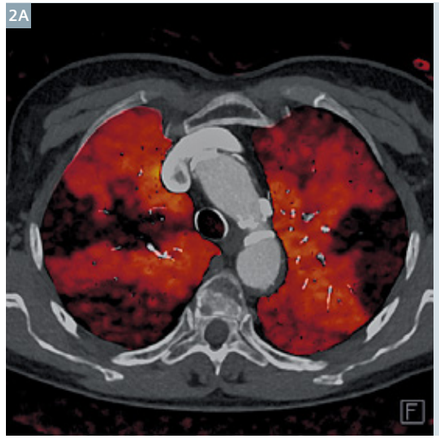
İnceleme protokolü

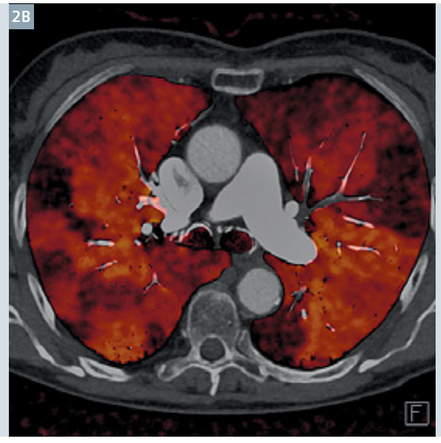
Tarayıcı	SOMATOM Force		
Tarama alanı	Toraks	Rotasyon süresi	0,25 s
Tarama uzunluğu	252 mm	Perde	0,55
Tarama yönü	Kaudo-kranyal	Kesit kolimasyonu	192 × 0,6 mm
Tarama süresi	1,9 s	Kesit genişliği	1,0 mm
Tüp gerilimi	90/Sn150 kV	Rekonstrüksiyon artışı	0,5 mm
Tüp akımı	43/32 mAs	Rekonstrüksiyon çekirdeği	Qr40, ADMIRE 3
Doz modülasyonu	CARE Dose4D	**Kontrast**	400 mg/mL
$CTDI_{vol}$	2,19 mGy	Hacim	50 mL
DLP	63,3 mGy cm	Akış hızı	4 mL/s
Etkili doz	0,89 mSv	Başlangıç gecikmesi	Bolus tetiklemesi, pulmoner gövdede 140 HU

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.

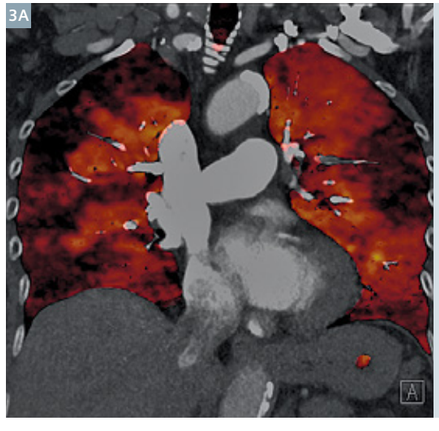


1 Bir koronal MPR (Şekil 1A, 5 mm) ve bir koronal MIP görüntüsüyle birleştirilmiş pulmoner perfüzyon haritası (Şekil 1B, 10 mm), subsegmental oklüzyona sahip sağ pulmoner arter A1'de dolgu kusurları sergiliyor. Perfüzyon defektleri, apikolateral üst loblarda iki yönlü olarak ve bazal alt loblarda görünüyor.





2 Bir aksiyal MIP görüntüsüyle (10 mm) birleştirilmiş pulmoner perfüzyon haritası, pulmoner hiliye doğru incelen tipik anahtar şekilli apikal perfüzyon defektleri (Şekil 2A), takip eden subsegmental perfüzyon defektiyle segmental pulmoner arter A3'te branş dolgu defektleri (Şekil 2B) ve distal olarak oklüde olmuş pulmoner arter branşına denk gelen sol apikal alt lobun bir subsegmental perfüzyon defektini gösteriyor.



3 Bir koronal MIP görüntüsüyle birleştirilmiş bir pulmoner perfüzyon haritası (Şekil 3A, 10 mm), subtotal oklüzyona işaret eden periferik kontrast dolgusuyla sol A3 arterinde bir dolgu defekti gösteriyor. İlgili subsegmental perfüzyon defekti bu artere distal olarak görülüyor. Bir aksiyal MIP görüntüsüyle birleştirilmiş pulmoner perfüzyon haritası (Şekil 3B, 10 mm), sağ anterobazal alt loba denk gelen perfüzyon defektleriyle sağ alt lob arterinde bir merkezi dolgu defekti gösteriyor.

Küçük hücreli akciğer kanseri metastazlarına bağlı kemik iliği ödemine Dual Enerji BT ile tanı koyma

Yazı: Dr. Moritz Kaup; Dr. Julian L. Wichmann; Dr. Thomas J. Vogl ve Dr. Ralf W. Bauer

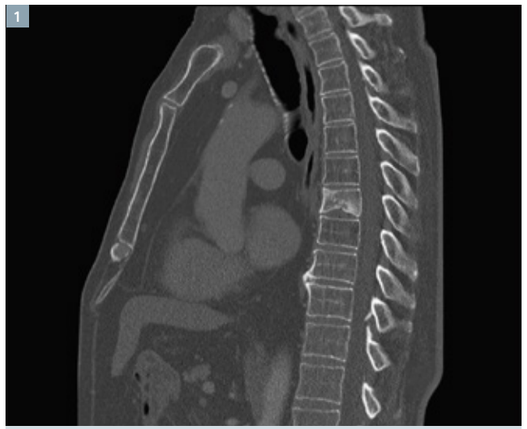
Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Departmanı, Goethe Üniversitesi, Frankfurt, Almanya

Hastanın hikayesi

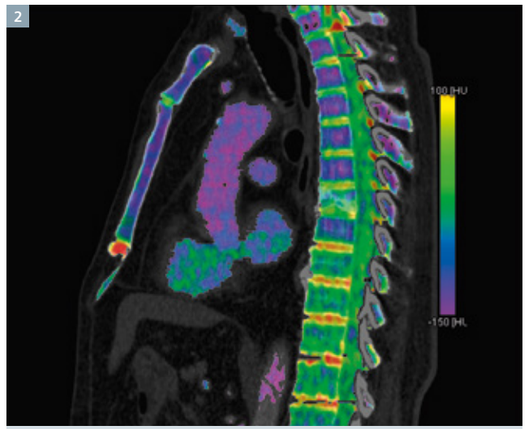
Sağ akciğerde, palyatif tedavi yapılmış küçük hücre akciğer kanserine sahip 73 yaşında erkek hasta, onkolojik yeniden evreleme için BT ile incelendi. O ana kadar bilinen kemik metastazları bulunmuyordu. Hasta, planlanan BT taraması öncesindeki haftalarda hafif şiddetlenme gösteren kronik sırt ağrısı geçmişine sahipti. Klinik muayene, nörolojik kusur olmadan orta torakal omurga üzerinde hafif diffüz bir ağrı ortaya koydu.

Tanı

Dual Enerji (DE) modunda çalıştırılan SOMATOM Definition Flash'ta göğsün kontrastlı bir BT taraması gerçekleştirildi. Standart sagittal reformasyon end plate deformasyonu olan ve diffüz bir şekilde hipersklerotik yedinci toraks vertebrasını (Th7) gösterdi (Şekil 1). Bitişik vertebrada, daha önceki radyasyon ve kemoterapinin şiddetlendirdiği kemik iliğinin yağlı replasmanının olduğu tipik bir osteoporotik doku görülüyordu. DE tabanlı kalsiyum subtraksiyonunun ardından, ödemle tutarlı bir şekilde Th7'nin kemik iliğinin bir diffüz sinyal artışı görünüyordu (Şekil 2). Kemik iliği ödemi TIRM'de MRG'de (Şekil 3A) ve natif T1 TSE'de (Şekil 3B) doğrulandı. Kontrast geliştirilmiş T1w serisi, aktif bir tümör süreci gösteren güçlü bir gadolinyum alımı gösterdi (Şekil 3C).



1 Sagittal BT rekonstrüksiyonu, şüpheli osteolitik ve sklerotik bölgelere sahip yedinci toraks vertebrasının bir kompresyon fraktürünü gösteriyor.



2 Bir sagittal kemik iliği görüntüsü, fraktüre olmuş vertebranın kemik iliği ödeminin açık bir görselleştirmesini ortaya koyuyor.

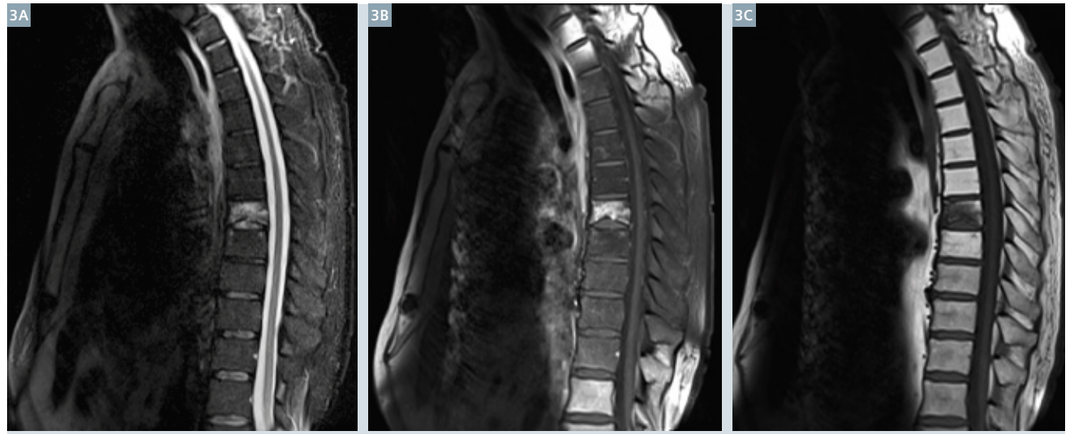
Yorumlar

Standart tek enerji BT, birincil olarak, vertebranın bir kompresyon fraktürünü görüntülemek için kullanılıyor. Ancak, eski bir fraktür ve yeni bir tanesi arasında ayrım yapamıyor. Bunun nedeni, taze bir fraktürün özelliği olan bir kemik iliği ödeminin, kalsiyum kalıntısı gibi altta yatan yüksek dansiteli yapılar tarafından maskelenebilmesi. Standart kemik taraması veya PET ile birlikte nükleer tıbbın (NM) yanı sıra kontrast geliştirilmiş MRG de normal olarak bu yapıları ayırt etmek için uygun yöntemler. NM, tanıyı tümör metabolizması üzerine temellendirirken, MRG, Gd geliştirilmiş T1 ağırlıklı sekansların yanı sıra T1 ve T2 ağırlıklı sekanslardaki sinyal değişikliklerinin özelliklerini kullanıyor ve böylece aktif metastazları gösteriyor. Bu, genellikle, natif T1'de düşük bir sinyalle ve önemli ölçüde artmış kontrast alımı ile birlikte T2 FS'de ödemle tutarlı yüksek bir sinyalle sonuçlanıyor. Kalsiyum bilgilerini bastırma olasılığına sahip DECT, MRG'ye benzer şekilde dokularda sıvı retensiyonu ile ilgili bilgiler sağlayabiliyor.

İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Definition Flash
Tarama alanı	Toraks
Tarama uzunluğu	320 mm
Tarama yönü	Kraniokaudal
Tarama süresi	17 s
Tüp gerilimi	80/Sn140 kV
Tüp akımı	153/61 mAs
Doz modülasyonu	CARE Dose4D
$CTDI_{vol}$	6,02 mGy
DLP	207 mGy cm
Etkili doz	2,9 mSv
Rotasyon süresi	0,5 s
Perde	0,6
Kesit kolimasyonu	32 × 0,6 mm
Kesit genişliği	3 mm
Rekonstrüksiyon artışı	3 mm
Rekonstrüksiyon çekirdeği	D34f/B70f
Kontrast	
Hacim	60 mL
Akış oranı	2 mL/s
Başlangıç gecikmesi	50 s

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.



3 MR TIRM (Şekil 3A) ve T1 TSE (Şekil 3B) sagittal görüntülerinin ilişkilendirilmesi, kemik iliği ödemini teyit ediyor. Vertebranın diffüz kontrast geliştirmesi, patolojik genesisi doğruluyor (Şekil 3C).

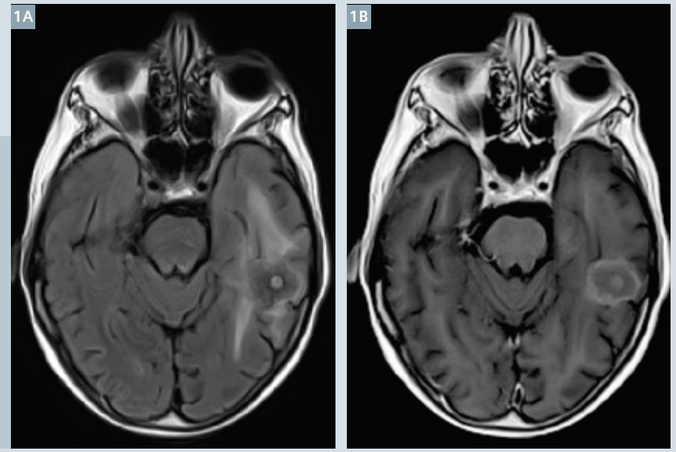
Tüm vücutta eşzamanlı çoklu-kesit hızlandırılmış difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile ilk klinik deneyimler

Dr. Valentin Tissot[1]; Dr. Olivier Legeas[1]; Dr. Isabelle Kergastel[1]; Erwan Derrien[2]; Gregor Thörmer, Ph.D.[3]

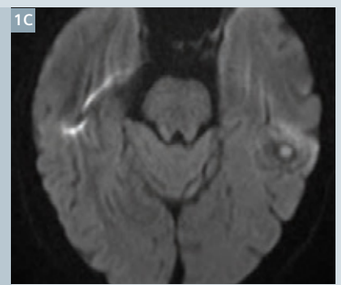
[1] *Morvan Hospital, Centre Hospitalier Regional Universitaire (CHRU), Brest, Fransa*
[2] *Siemens Healthineers, La Chapelle-sur-Erdre, Fransa*
[3] *Siemens Healthineers, Erlangen, Almanya*

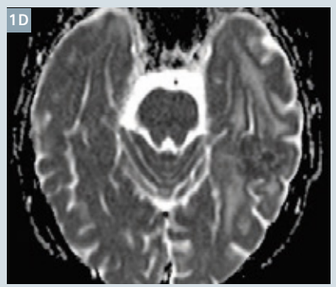
Olgu 1

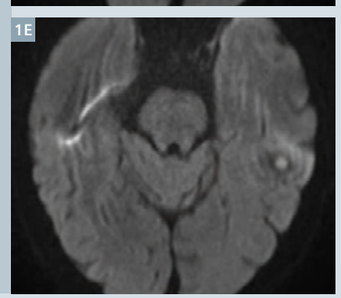
Beyindeki kortikomedüller birleşimde çoklu lezyonlara sahip 60 yaşındaki kadın hasta.

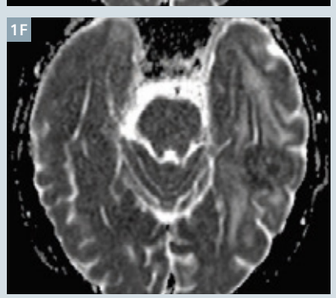


1A–B T2 FLAIR ve T1w kontrast sonrası görüntü, çevresinde ödem ve orta seviye kitle etkisiyle sol temporal lobda bir lezyon gösteriyor. Lezyonun merkezi kavitesi hiper-intens ve ince bir kapsülle çevreleniyor. Kontrast sonrası görüntülerde lezyon, Rim tarzı kontrastlanma ve santral hiper-intensiteye bağlı target bulgusu gösteriyor.









1C–F Aynı seviyede DWI, son derece viskoz bir apse formasyonuyla tutarlı bir şekilde, lezyonun merkez kısmında çok güçlü bir difüzyon sınırlamasını (ortalama ADC – 400 mm^2/s) yansıtan, b1000'de yüksek sinyal yoğunluğuna (1C, E9) ve ilişkili bir düşürülmüş ADC'ye (1D, F9) sahip bir hedef lezyonu gösteriyor. 1C ve D, standart parametrelerle edinilmişken (Tablo 1'e bakınız), 1E ve F, TR'yi 5600 ms'den 2700 ms'ye düşürmeye izin verecek şekilde bir 2 SMS faktörüyle edinildi. Buna uygun olarak, genel edinim süresi, minimum 1:54'ten minimum 1:11'e, görüntü kalitesinden herhangi bir ödün verilmeksizin kısaltıldı.

Giriş ve hedef

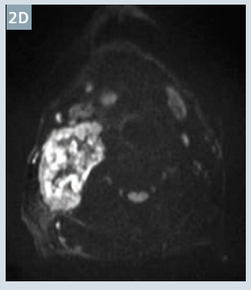
Hôpital Morvan'daki radyoloji departmanımızın ve medikal görüntüleme merkezimizin hizmet yelpazesi, multidisipliner tanısal ve girişimsel faaliyetleri kapsıyor ve iç organ görüntüleme, nöroradyoloji, vasküler görüntüleme ve muskuloskeletal görüntülemeye odaklanıyor. Hastanenin hem içinden hem de dışından gelen, farklı disiplinlerdeki sevklere hizmet vermek için, iki Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) sistemiyle de donatılmış durumdayız ve bunlardan biri de MAGNETOM Avantofit 1.5T tarayıcı.

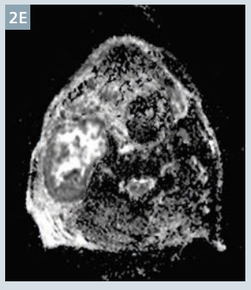
syngo MR E11C yazılımıyla çalışan bu sistem, gelişmiş ve hızlandırılmış difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DWI) için yeni bir yöntemi, yani günlük klinik çalışmalar için çok değerli olan Eşzamanlı Çoklu-Kesit (SMS) görüntülemeyi kolaylaştırıyor.

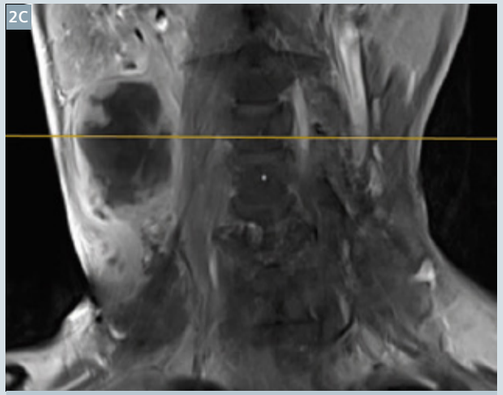
DWI, sadece nöro-görüntüleme araştırmalarının değil, baş ve boyun bölgesinin, göğsün, karaciğerin, prostatın, rektumun vs. görüntülenmesinin de vazgeçilmez bir parçası haline geldi. Özellikle vücut onkolojisinde DWI, yüksek b-değeri görüntülerinde potansiyel engellenmiş difüzyon bölgelerini tespit etmek için hassas bir araç olarak ve Görünür Difüzyon Katsayısı (ADC) ile selüler özellikler bakımından lezyon karakterizasyonunu iyileştirmek için kullanılabiliyor.

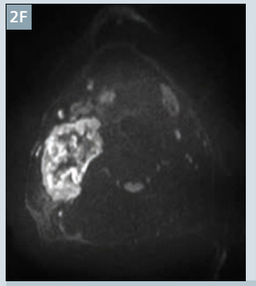
Olgu 2

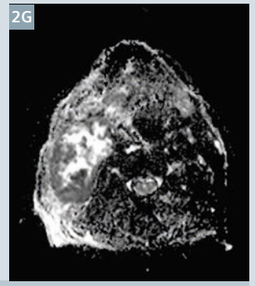
Sağ submandibular alanda kitlesel tümöre sahip 72 yaşında erkek hasta.









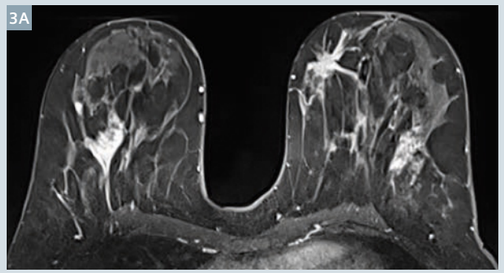


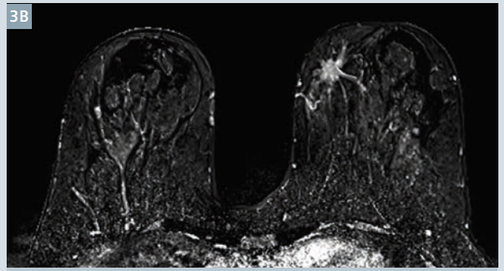
2A–C T2w ve T1w kontrast sonrası görüntüleri, sağ submandibular alanda ekspanse, oval şekilli, homojen olmayan büyük bir kitle gösteriyor ve bu kitle, soluk borusunu ve mediala doğru olan büyük servikal damarları örtüyor. Tümör, parietal kısımda katı, nodüler görünümlü alanlara sahip ve kangrenden kaynaklanan sıvı birikmesiyle tutarlı bir şekilde, daha merkezi olarak konumlandırılmış yönlerde T2w hiper-yoğunluğu gösteriyor. T1w kontrast sonrası görüntüleri, tümörün ağız benzeri gelişimini ve sternokleidomastoid kasında, lingual bölgede, platizmada ve dilde gelişmiş infiltrasyonun mevcut olduğunu gösteriyor.

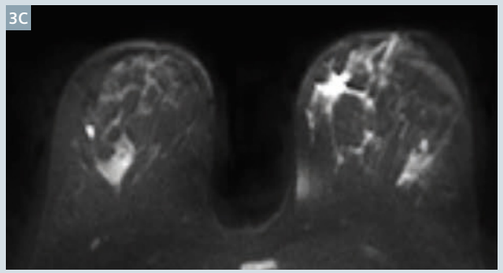
2D–G DWI'daki lezyonun görünümü, morfolojik temsille örtüşüyor ve periferde ve merkezdeki hiper-diffüz bölgelerdeki güçlü şekilde sınırlandırılmış difüzyon alanları görülüyor. 2 değerinde bir SMS faktörü uygulayarak, TR'yi 4300'den 2200 ms'ye düşürmek mümkün oldu ve genel edinim süresi de 4:18 dakikadan 2:12 dakikaya düştü (diğer parametreler Tablo 1'de görülmektedir)

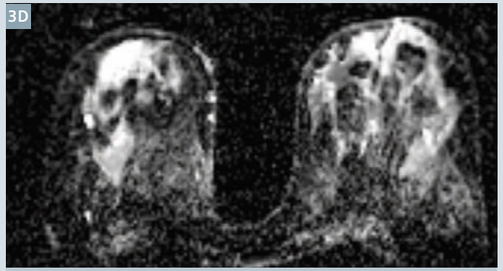
Olgu 3

Sol memesinde invazif meme kanseri olan 33 yaşında kadın hasta.









3A–B Dinamik kontrast ekspanse serinin ilk kontrast sonrası T1w görüntüsü ve ilgili eksiltme görünümü, hızlı gelişim ve bunu takip eden, oyulma sergileyen sol memede bir lezyonu açıkça gösteriyor. Kitle, düzensiz şekilli, spiküle ve homojen olarak gelişmiş. Sağ memede, glandüler dokunun kama şekilli orta düzey gelişimi ve küçük bir lentiküler lezyon görülebiliyor.

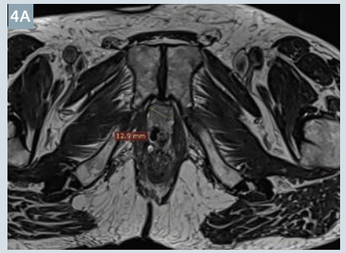
3C–D Aynı seviyedeki SMS hızlandırılmış DWI, ilgili ADC sınırlaması ve 865 x10-3 mm2'lik bir ortalama ADC değeri ile birlikte b1000'de sol memede bir hiperintens bölge gösteriyor. Sağ memedeki küçük, yuvarlak ve iyi çevrelenmiş lezyon, büyük ihtimalle bir fibroadenoma denk gelecek şekilde, ilgili yüksek bir ADC değeriyle yüksek b-değerinde bir T2 içinden parlama efekti sergiliyor. Çekim parametreleri Tablo 1'de görülebilir.

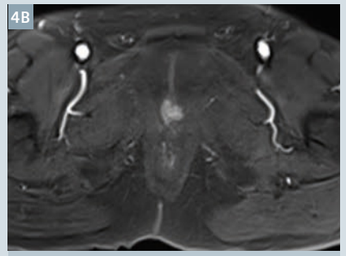
Bölge		Görüş alanı [mm]	Matris	Kesit kalınlığı [mm]	Kesit sayısı	TR /TE [ms]	*b*-değerleri [s/mm²]	PAT faktörü	SMS faktörü	Çekim süresi [dakika]
Beyin	Conv	230x230	384x384i	4	26	5600 / 84	0, 1000	2	0	1:54
	SMS					2700 / 84		2	2	1:11
Baş ve Boyun	Conv	230x230	384x384	4	24	4300 / 106	50, 800	2	0	4:18
	SMS					2200 / 106		2	2	2:12
Meme	SMS	203x339	108x180	4	26	2600 / 84	50, 800	2	2	3:08
Prostat	Conv	200x200	128x128	3.5	18	3400 / 72	50, 800	2	0	4:58
	SMS					2000 / 72		2	2	2:55
Rektum	SMS (aksiyal)	200x200	128x128	4	24	2400 / 72	50, 400, 800	2	2	2:24
	SMS (sag)	200x200	128x128	4	20	2100 / 79	50, 800, 1600	2	2	3:30

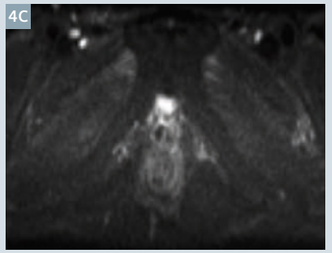
Tablo 1: Çekim parametreleri

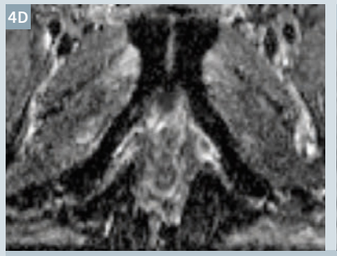
Olgu 4

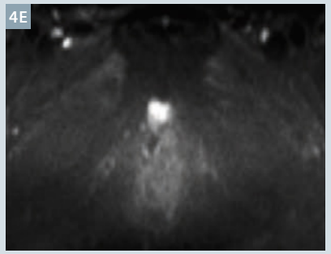
Prostat kanserli 68 yaşında erkek hasta.

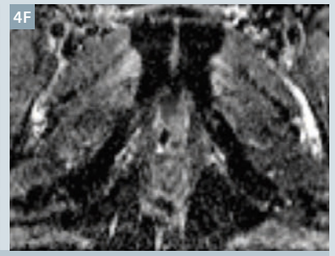








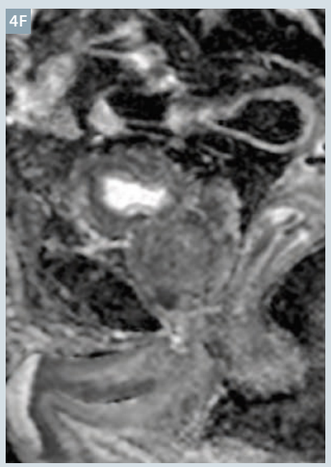




4A–B T2w görüntüleri, hastanın yaşına uygun olarak prostatın geçiş zonunda iyi huylu bir hiperplazi gösteriyor. Ancak, bezenin apeksinde, düzensiz sınırlara ve maksimum -13 mm çapa sahip lentiküler şekilli, T2 hipointens bir lezyon görülüyor. Kontrast uygulanmasından sonraki erken evre T1w görüntüleri, ilgili bölgede kontrast maddenin iyi çevrelenmiş, ayırt edilebilir bir geliştirmesini gösteriyor.

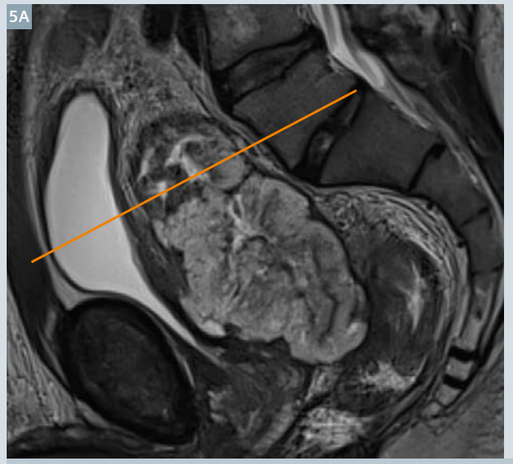
4C–F Geleneksel (4C, D) ve SMS hızlandırılmış (4E, F) yüksek b-değeri görüntüleri ve ADC haritası, güçlü sınırlandırılmış difüzyona sahip bir apikal lezyon gösteriyor. Ölçülen ADC değerleri, 758 ve 744 x10-3 mm²/s değerlerine sahip bir yüksek yöntemler arası yeniden üretilebilirlik gösteriyor. Eşzamanlı Çoklu Kesit hızlandırmasıyla, çekim süresi 4:58 dakikadan 2:55 dakikaya düşürülebiliyor (daha ileri parametreler Tablo 1'de yer alıyor).

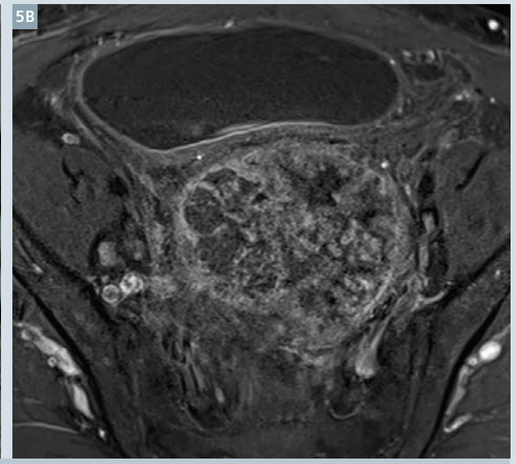
4G–F Lezyonun sıra dışı konumu nedeniyle, 1600 s/mm² gibi çok yüksek bir b-değerine sahip bir ek DWI taraması sagittal düzlemde gerçekleştirildi ve bu, şüpheyi doğruladı ve PI-RADS4 olarak derecelendirildi.



Olgu 5

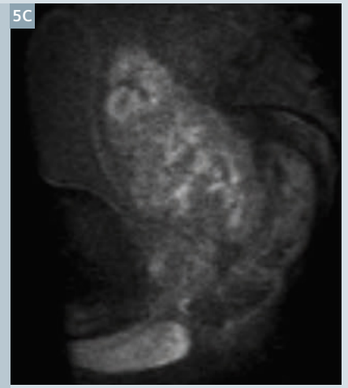
Sigmoid karsinomu olan 65 yaşında erkek hasta.

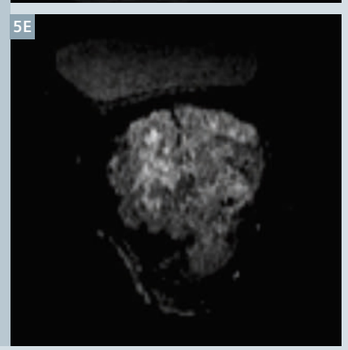


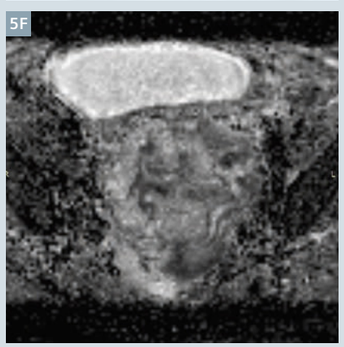


5A–B T2w görüntüleri, büyük ihtimalle sigma çıkışlı olan, pelviste hiperintens, düzenli yapıda bir kitle gösteriyor. Kuyruğa doğru tümör, meni kesesine değiyor veya potansiyel olarak bunların içerisine sızıyor. Bel omuru 4 ve ilyak lenf boğumlarının metastazının mevcut olma ihtimali yüksek. Kontrast sonrası T1 görüntülerinde, tümör, parietal yönlerden merkeze doğru düzensiz bir gelişim gösteriyor.

5C–F İlgili sagittal (5C, D) ve aksiyal (5E, F) difüzyon ağırlıklı görüntüler (b800) ve ADC haritası, anatomik görünüme denk gelen ve özellikle güçlü sınırlanmış difüzyon gösteren, kraniyal ve merkeze doğru yönlere sahip olan tümörde son derece homojen olmayan bir patern gösteriyor.







Ancak teknik açıdan, DWI yaygın olarak, görüntü edinimi için son derece verimsiz bir yaklaşım olan tek çekim 2D EPI'ye dayalı. Her görüntü kesitinin ayrı ayrı uyarılması gerekiyor ve sonra şifreleme gradyanları uygulanıyor ve en son olarak da EPI şifrelemesi ile görüntü bilgileri ediniliyor [1]. Bu işlem, her bir görüntüleme katmanı için bir defa olmak üzere, tüm ilgi hacmi kapsanana kadar çok kez tekrarlanıyor. Bu verimsiz yaklaşım, Eşzamanlı Çoklu Kesit ile aşılabiliyor. Kesitlerin art arda uyarılması yerine, kesitler çoklu-bant pulse'ı ile eşzamanlı olarak uyarılıyor ve görüntülü-CAIPIR-INHA SMS-EPI de yüksek SNR'nin ve düşük artefakt seviyelerinin korunmasını sağlıyor [2].

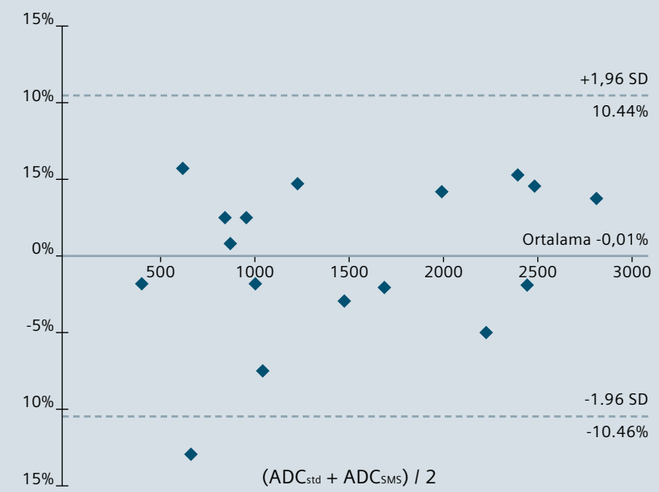
NYU grubunun [3] sunduğu Eşzamanlı Çoklu Kesit hızlandırılmış abdominal görüntülemenin umut vaat eden sonuçlarıyla motive olunca, Eşzamanlı Çoklu Kesitin, nörolojik görüntülemenin ötesindeki faydalarını değerlendirmeye karar verdik ve yerel uygulama uzmanımızın desteğiyle çeşitli vücut bölgelerinin görüntülenmesi için kendi protokollerimizi oluşturmaya başladık.

Özet ve sonuç

Burada sunulan örnek olayların da gösterdiği gibi, Eşzamanlı Çoklu Kesit hızlandırma, DWI'ın yaygın olarak uygulandığı neredeyse tüm klinik uygulamalarda difüzyon ağırlıklı görüntülemenin hızlandırılması için değerli bir teknik. Sağlam sonuçlar ve iyi bir görüntü kalitesi, DWI edinimlerinde yaklaşık iki katlı akselerasyon elde etmeye izin veren 2 değerindeki bir SMS faktörüyle elde edilebiliyor. Bland-Altman-Şemasında da (Şekil 6) gösterildiği gibi, ADC değerleri geleneksel ve hızlandırılmış teknik arasında yüksek oranda yeniden üretilebilir.

Bu sırada, 2 katlı hızlandırmaya sahip Eşzamanlı Çoklu Kesit difüzyon ağırlıklı görüntülemeyi, daha kısa genel tarama süresi, daha iyi katman kapsamı ve iyileştirilmiş çözünürlük için klinik protokolümüzün (SMS DWI) bir parçası haline getirdik.

6



6 ADC değerlerinin geleneksel ve hızlandırılmış teknik arasında yüksek oranda yeniden üretilebilir olduğunu gösteren Bland-Altman-Şeması.

Referanslar

1 Setsompop K, et al. Advancing Diffusion MRI Using SMS EPI. MAGENTOM Flash 3(63): 2015; 16-22.
2 Breuer F, et al. CAIPIRINHA – Revisited. MAGENTOM Flash 3(63): 2015; 8-15.
3 Chandarana H, et al. Simultaneous Multi-Slice Accelerated Free-Breathing Diffusion-Weighted Imaging in Abdomen and Pelvis. MAGENTOM Flash 3(63): 2015; 32-35.

İletişim

Dr. Valentin Tissot,
Morvan Hospital
Centre Hospitalier Regional Universitaire (CHRU)
2 Avenue Foch
29609 Brest cedex
Fransa
Telefon: +33 298223333
valentin.tissot@chu-brest.fr

PETRA ve StarVIBE ile vasküler kalsifikasyonun görüntülenmesi

Marcos P. Botelho[1,2]; Shivraman Giri[3]; Ioannis Koktzoglou[1,4]; Robert R. Edelman[1,2]; James Carr[1]

[1] *Northwestern Memorial Hospital, Chicago, IL, ABD*
[2] *NorthShore University HealthSystem, Evanston, IL, ABD*
[3] *Siemens Healthineers, Chicago, IL, ABD*
[4] *University of Chicago Pritzker School of Medicine, Chicago, IL, ABD*

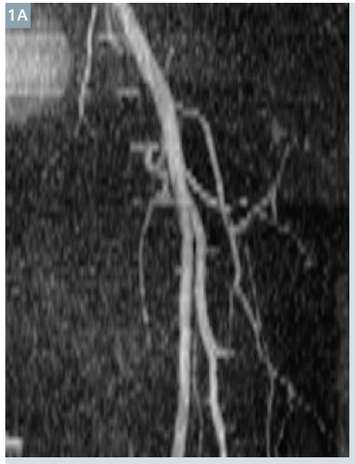
Vasküler kalsifikasyonların MRG'sinde yeni ufuklar

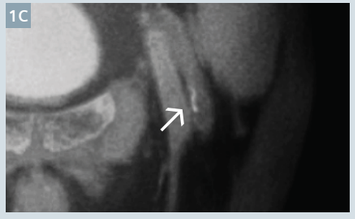
Yoğun periferik vasküler kalsifikasyonların varlığı, periferik arter hastalığına sahip (PAD) hastalarda negatif prognostik olası sonuçlara sahip. Buna ek olarak, yoğun kalsifikasyonlar TAVR'ın (transkateter aortik valf replasmanı) perkütanöz revaskülarizasyonu prosedürünü geçiren hastalar için erişim bölgesi seçimini değiştirebiliyor. Periferik MR anjiyografisi, PAD'a sahip hastaların değerlendirilmesi için yaygın olarak BT anjiyografisine bir alternatif olarak kullanılıyor. Periferik vasküler kalsifikasyonlar, BT anjiyografisiyle kolayca resmedilebilirken, MR anjiyografisiyle görünmüyor (MRA).

Bu çalışmada, kontrastsız MRA'yı, vasküler kalsifikasyonların özelleştirilmiş 3D görüntülemesiyle birleştiren bir yaklaşım sunuyoruz. Kontrastsız MRA için QISS1 kullanılırken, vasküler kalsifikasyonların görüntülenmesi için iki seçenek sunuyoruz:

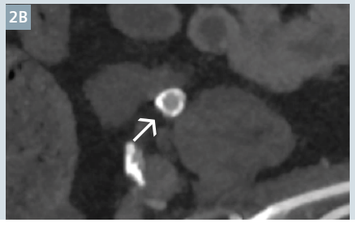
1. PETRA – ultra kısa eko süresinin kullanımına dayanıyor.
2. StarVIBE –FREEZEit'in bir parçası olarak – bir yıldız yığını k-alan gidiş izi kullanarak veri ediniyor. Kısaca, eko süresini, yağ ve su sinyalleri faz içinde olacak şekilde ayarlıyoruz ve dokular arasındaki T1 relaksasyon süresinin etkisini minimize edecek şekilde RF uyarımı için çok küçük bir döndürme açısı uyguluyoruz. Bu yaklaşım, çok kısa bir T2* relaksasyon süresi nedeniyle karanlık görünen kalsifikasyonlar hariç olmak üzere çoğu dokuda homojen bir sinyal seviyesi üretiyor. StarVIBE'ın kullanılması da tamamen kartezyen bir 3D edinime kıyasla abdominal ve pelvik bölgelerde hareket hassasiyetini minimize etmek konusunda yardımcı oluyor.

[1] Tarayıcıda QISS lisansı gerekir.





1 69 yaşında erkek. MIP koronal QISS MRA'sı (1A), CTA (1B) ile mükemmel bir korelasyona sahip bir açık arteriyal lümen sergiliyor. PETRA (1C, B/W inverted) ve StarVIBE'ın (1D, B/W inverted) MinIP koronal projeksiyonlarının her iki de CTA'da görülen kalsifikasyonları sergiliyor, ancak ikinci teknik kullanıldığında kalsifikasyonlar daha iyi tanımlanmış.



2 54 yaşında kadın. StarVIBE'dan aksiyal rekonstrüksiyon (B/W inverted) (2A) sol dış ilyak arterde bir kalsifikasyon halkası sergiliyor ve bu da CTA'daki (2B) görünümle yakından bağlantılı.

syngo.MR E11A 1.5T MAGNETOM Aera-XQ sisteminde kendi protokolünüzü nasıl oluşturacaksınız?

1. PETRA yaklaşımı: Aşağıdaki konumda bulunabilen varsayılan PETRA protokolüyle işe başlanabilir:

Default →
→ Sequence Region →
→ Siemens Seq →
→ Default.

Parametreler şöyle güncellenecektir:

Parametre adı	Tab Kombinasyonu	Değer
Oryantasyon	Rutin	Koronal
TR	Kontrast/Ortak	4,7
TE	Kontrast/Ortak	0,07
Döndürme açısı	Kontrast/Ortak	5
Masa pozisyonu modu	Sistem/Diğer	ISO
Radyal görünümler	Çözünürlük/Ortak	60000
FOV okuması	Çözünürlük/Ortak	400
Taban çözünürlük	Çözünürlük/Ortak	384
Bant genişliği	Sekans/Kısım1	338

Tablo 1: Görüntü kalsifikasyonuna PETRA sekansı için gerekli olan protokol adaptasyonları. Lütfen aşağıda bulunabilen varsayılan protokolle başlayın:
Default → Sequence Region → Siemens Seq → Default

2. StarVIBE yaklaşımı (FREEZEit lisansı gerektirir):

StarVIBE sekanslarından herhangi biriyle başlanabilir. Biz, aşağıdaki konumda bulunanla başladık:

SIEMENS →
→ abdomen →
→ library → 3D

Parametreler şöyle güncellenecektir:

Lütfen yağ baskılama ve merkezi sıralamanın kapalı olduğundan emin olun.

Parametre adı	Tab Kombinasyonu	Değer
Oryantasyon	Rutin	Koronal
Kesit Kalınlığı	Rutin	1,0
Kesit Yüksek Hızda Örnekleme	Rutin	25,0
Levha başına kesit	Rutin	128
TR	Kontrast/Ortak	7,61
TE	Kontrast/Ortak	4,77
Döndürme açısı	Kontrast/Ortak	3,5
Yağ baskılama	Kontrast/Ortak	Yok
Masa pozisyonu modu	Sistem/Diğer	ISO
Radyal görünümler	Çözünürlük/Ortak	600
FOV okuması	Çözünürlük/Ortak	416
Taban çözünürlüğü	Çözünürlük/Ortak	416
Kesit çözünürlüğü	Çözünürlük/Ortak	%75
Optimizasyon	Sekans/Kısım1	Faz içi
Bant genişliği	Sekans/Kısım1	300
Artımlı Gradyan bozulması	Sekans/Kısım2	Evet

Tablo 2: Vasküler kalsifikasyonu görüntülemek üzere StarVIBE sekansı için gerekli olan protokol adaptasyonları, Lütfen aşağıda bulunan protokolle başlayın:
SIEMENS → abdomen → library → 3D

PETRA	StarVIBE
Harekete duyarlı	Harekete duyarsız
Tüm *syngo*.MR E11 sistemlerinde mevcut	FREEZEit seçeneğinin bir parçası

Coil'ler: Araştırmalarımızda vücut matrisi coil'leri kullanılmıştır.

3T görüntülemesi için öneriler

1. PETRA için: Değişiklik gerekmemektedir.
2. StarVIBE için: Lütfen MAGNETOM Aera-XQ'den yukarıdaki değerleri kullanın ve sonra aşağıdakileri değiştirin:,
   TE = 2,46 ms, Döndürme açısı = 2,5°, TR = 4,8 ms.

BT benzeri görüntüler üretmek için post-processing

Her iki MR sekansı da kalsifikasyonların koyu görünmesine neden olan görüntüler üretiyor. Bu, "Görüntü" menüsüne giderek, "Renk Bakma Tablosunu" seçerek ve sonra da "İnverted Gri Ölçekli" seçilerek değiştirilebiliyor. Şimdi kalsifikasyonlar, tıpkı BT'de olduğu gibi parlak görünüyorlar. Minimum yoğunluklu projeksiyonun kullanılması (MinIP) da vasküler kalsifikasyonların görüntülenmesini iyileştirebiliyor.

Tartışma

Anjiyografi ve kalsifikasyon görüntülemesinin, tek bir tarama oturumu sırasında kontrastsız MR yaklaşımları kullanılarak gerçekleştirilebileceğini gösterdik. Biri, PETRA'ya, diğer ise StarVIBE'a dayalı olan, vasküler kalsifikasyonun görüntülenmesi için iki yaklaşım sunduk. Şu ana kadar olan deneyimlerimize göre, StarVIBE, harekete karşı olan duyarsızlığı ve genel görüntü netliği nedeniyle PETRA'dan üstün. 3T sonuçlarını da kapsayan daha ayrıntılı bir analiz, Magnetic Resonance in Medicine, 2016'da yakın zaman önce yayınlanmış olan ve Edelman ve ark. tarafından yazılmış olan "MR Imaging of Ilio femoral Peripheral Vascular Calcifications using Proton Density-Weighted, In-Phase Three-Dimensional Stack-of-Stars Gradient Echo" makalesinde bulunabilir.

İletişim

Dr. Marcos P. Botelho,
Northwestern University
Radyoloji Departmanı
Evanston, IL, ABD
marcos.botelho@fsm.northwestern.edu

Tanısal görüntüleme için miyelinin hızlı tespiti (REMyDI)

Tobias Granberg[1,2]; Marcel Warntjes[3,4]

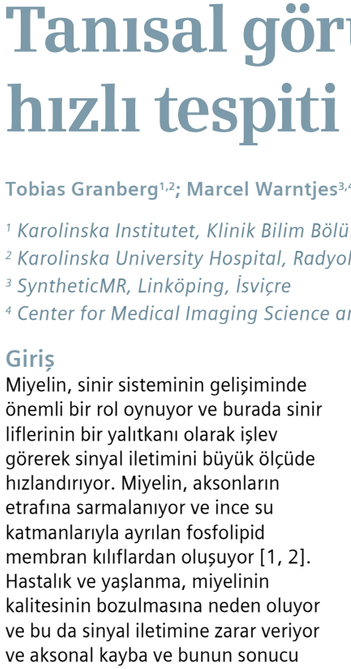
[1] Karolinska Institutet, Klinik Bilim Bölümü, Girişim ve Teknoloji, Stockholm, İsviçre
[2] Karolinska University Hospital, Radyoloji Bölümü, Stockholm, İsviçre
[3] SyntheticMR, Linköping, İsviçre
[4] Center for Medical Imaging Science and Visualization, CMIV, Linköping, İsviçre

Giriş

Miyelin, sinir sisteminin gelişiminde önemli bir rol oynuyor ve burada sinir liflerinin bir yalıtkanı olarak işlev görerek sinyal iletimini büyük ölçüde hızlandırıyor. Miyelin, aksonların etrafına sarmalanıyor ve ince su katmanlarıyla ayrılan fosfolipid membran kılıflardan oluşuyor [1, 2]. Hastalık ve yaşlanma, miyelinin kalitesinin bozulmasına neden oluyor ve bu da sinyal iletimine zarar veriyor ve aksonal kayba ve bunun sonucu olarak da atrofi ve beyin fonksiyon bozukluğuna yol açabiliyor. Dolayısıyla doğru in vivo miyelin ölçümleri, beyaz madde değişikliklerinin ayırıcı tanısı için ve demiyelinizan ve nöro-dejeneratif hastalıklarda tedaviye verilen yanıtı araştırmak için değerli olabiliyor [3-7].

Miyelin kılıfları arasında hapsolan su, miyelindeki makromoleküllerle güçlü manyetizasyon alışverişi nedeniyle güçlü gevşeme sürelerini (~10 ms) barındıran belirli fiziksel özelliklere sahip. Bu nedenle, geleneksel MRG yöntemleriyle bağlı miyelin suyunu görselleştirmek zorluk teşkil edebiliyor. MRG tabanlı miyelin tahmini için kabul gören bir yöntem, hızlı gevşeyen miyelin su fraksiyonunu daha yavaş gevşeyen intra ve ekstraselüler su ile karşılaştırmak için çoklu kompartmanlı bir modelin uygulandığı T2 relaksometrisi [8-10]. Ancak bu yaklaşım, tam beyin kapsamı için pratikte zor ve nispeten zaman alıcı ve bu da klinik fizibilitesini sınırlandırıyor.

Yakın zaman önce, miyelinin varlığını, çevreleyen selüler su üzerindeki etkisiyle ölçmek için yeni bir MRG miyelin tespit modeli önerildi [11]. Selüler suyun gözlemlenebilir gevşeme oranları, hızlı gevşeyen miyelin suyu ile manyetizasyon alışverişi nedeniyle miyelinin yakınlarında artıyor. Bu sırada, miyelin suyu, geleneksel görüntülemenin tespit edebileceğinden daha hızlı çürüdüğü için gözlemlenebilir proton dansitesi miyelinin varlığında azalıyor. Bu etkiler, R1 ve R2 gevşeme oranlarını (ilgili gevşeme sürelerinin tersi) ve proton dansitesini (PD) kantifiye eden bir çoklu parametrik MRG edinimi kullanarak miyelin tahminleri için kullanılabiliyor. Bu yöntemin konsepti SyMRI işleme sonrası çerçevesinin REMyDI (1) özelliğine dahil edilmiştir ve klinik uygulamaları da aşağıda açıklanmıştır.



1 Beyin için kullanılan miyelin modeli. Her bir voksel, bir miyelin kısmi hacmi VMY ve bir selüler kısmi hacim VCL'den oluşuyor. VMY ve VCL arasında, net bir manyetizasyon alışverişi oranı kVMY-VCL bulunuyor (1A). Serebrospinal sıvı ile arayüzde, bir voksel aynı zamanda manyetizasyon alışverişine sahip olmayan serbest su kısmi hacmi VFM'yi içeriyor (1B). Patolojik beyinde miyelin kaybı gerçekleşebiliyor ve VMY'de azalma ile sonuçlanabiliyor. Bunun sonucu olarak toplam beyin hacmi azalıyor (1C). Alternatif olarak, fazladan parankimal su kısmi hacmi VEPM'nin varlığı olarak ifade edilen ödem de olabiliyor. Bu, voksel başına VMY'nin nispi bir azalmasıyla ve toplam beyin hacminde bir artışla sonuçlanacaktır (1D).

REMyDI ile miyelin haritalaması

Şekil 1, normal beyinde ve sinyalin her bir çekim vokselinin gözlemlenebilir R1, R2 ve PD'sine katkıda bulunan çoklu kısmi hacim kompartmanları olarak modellendiği patolojik beyinde miyelin tahminini ortaya koyuyor. Normal beyinde doku, hem miyelin kılıflarından hem de miyelin suyundan oluşan miyelin kısmi hacmi VMY'yi içeriyor. Miyelin suyu, doğrudan ölçmesi zor olan çok yüksek R1 ve R2 gevşeme oranları sergiliyor.

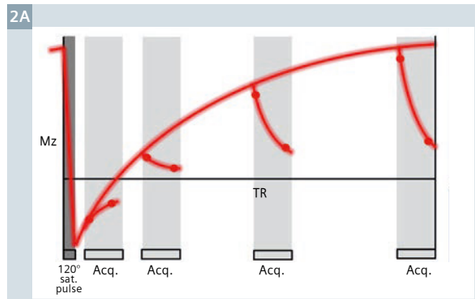
[1] Ürün geliştirme aşamasındadır ve henüz ticari olarak satılmamaktadır. Gelecekte mevcut olacağı da garanti edilemez.

oranlarına sahip. Ancak, VCL gevşeme oranları, manyetizasyon alışverişi nedeniyle miyelinin varlığından etkileniyor (kVmy-Vcl), bkz Şekil 1A. Alışveriş, eğer vokselde daha fazla miyelin varsa gözlemlenebilir gevşeme oranlarını daha yüksek yapacak. Serebrospinal sıvının bulunduğu voksellerde ayrıca, diğer kompartmanların herhangi birine manyetizasyon alışverişi olmadan bir serbest su kısmi hacmi VFW'den oluşan bir kısmi hacim kompartmanı da bulunuyor (Şekil 1B). Böylece, normal beyindeki bir vokselin gözlemlenen R1, R2 ve PD değerleri, bir VMY, VCL ve VFM kombinasyonuna ayrılabiliyor. Üç kısmi hacim kompartmanlarının özellikleri 20 sağlıklı gönüllüdeki R1, R2 ve PD ölçümleriyle kalibre edildi.

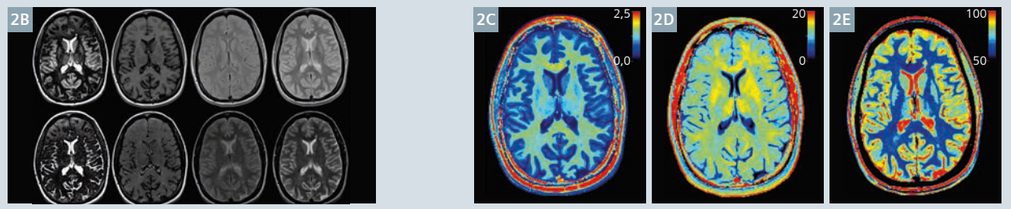
Patolojik beyinde, miyelin kaybı, yani VMY'de bir azalma olabiliyor (Şekil 1C). Doku kaybedildiğinden, bu süreç bir beyin hacmi azalması ile sonuçlanacak. Ayrıca, fazla parankimal su kısmi hacmi VEPW'nin görünümü olarak modellenen suda (ödem) bir artış da olabiliyor. Hücrelerde zaten var olan su ve fazla parankimal su ayırt edilemez ve bu nedenle alışveriş oranı kVepw-Vcl de son derece yüksek (Şekil 1D). Beyindeki su artışı, beyin hacminde bir artışla sonuçlanıyor. Bu nedenle modelin tam uygulaması, beynin gözlemlenen R1, R2 ve PD değerlerinin VMY, VCL, VFW ve VEPW'nin bir kombinasyonuna ayrıldığı anlamına geliyor. Kısmi hacimlerin tüm olası kombinasyonları farklı R1 ve R2 gevşeme oranlarına ve PD değer kombinasyonlarına yol açıyor ve bu nedenle gözlemlenebilir hasta verileriyle ilişkilendirilebiliyor.

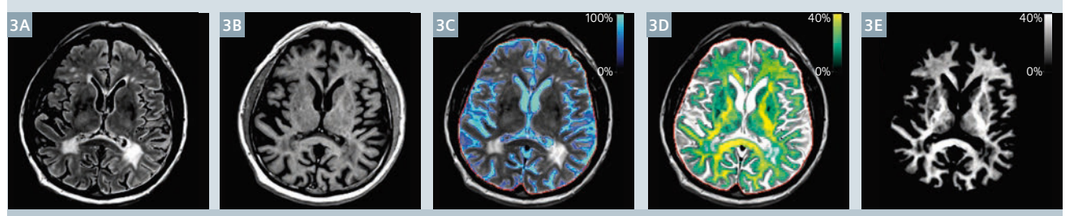
MRG sekansı

R1, R2 ve PD haritalarını elde etmenin sekansı [12]'de ayrıntılı olarak açıklanıyor ve Şekil 2'de resmediliyor. Farklı gecikme süreleriyle her bir TR'de 120° doygunluk pulse'ıyla bir turbo spin eko sekansı gerçekleştiriliyor ve bunu bir çoklu-eko edinimi takip ediyor. Edinim, çoklu doygunluk gecikme sürelerine ve çoklu eko sürelerine sahip bir görüntü matrisiyle sonuçlanıyor ve bu da toplamda katman başına 8 karmaşık görüntüye denk geliyor. Maksimum sinyal PD ile orantısal ve yerleştirmenin ardından, ham veri, R1 ve R2 gevşeme

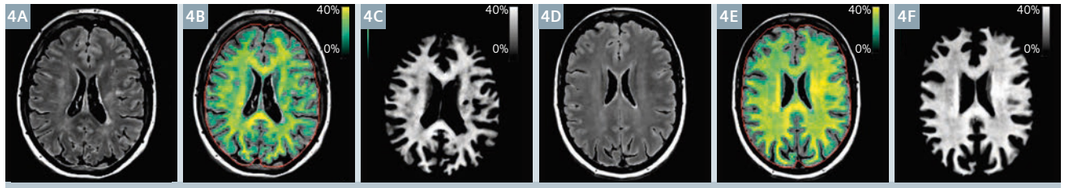


2 Miyelini tespit etme amaçlı kantifikasyon sekansına genel bakış. Bir turbo spin eko sekansı her bir TR'de bir 120 derece doygunluk pulse'ıyla gerçekleştiriliyor ve bunu, doygunluk pulse'ından sonra dört farklı gecikme süresi takip ediyor (2A). Katman başına 8 büyütme ve faz görüntü çiftinden oluşan, elde edilen ham görüntü veri seti, MR sinyalinde farklı R1 ve R2 gevşeme etkileri gösteriyor (2B). Bu ham verilerin yerleştirilmesiyle, işleme sonrası, R1 gevşeme oranının (2C), R2 gevşeme oranının (2D) ve proton dansitesinin (2E) kantifikasyon haritaları elde ediliyor.





3 HDLS tanısı konmuş bir hastada REMyDI uygulanmasının örneği. Kantifikasyon haritalarına dayalı olarak, FLAIR (3A) ve T1w (3B) gibi geleneksel görüntüler görsel yardım için sentezlenebiliyor. Önce, intrakraniyal hacim (kırmızı çizgi) ve CSF (mavi), beyni segmentlemek için segmentleniyor (3C). Daha sonra, beyin, miyelin dahil olmak üzere kısmi doku hacimlerine ayrılıyor (3D). Tüm miyelin kısmi hacim voksellerinin toplanması, beyindeki toplam miyelin hacmini veriyor (3E). Bu hasta (58 yaşında erkek), 153 ml'lik bir miyelin hacmine, 1069 ml'lik bir beyin hacmine (miyelin oranı %14,3) ve 1409 ml'lik bir ICV'ye (miyelin oranı %10,.9) sahipti. Beynin intrakraniyal hacme oranı (BPF) %75,9'du.



4 Multipl skleroz tanısı konmuş bir hastada (57 yaşında kadın) REMyDI'ın uygulanmasının örneği, bir sentetik FLAIR (4A), bir renk örtüşmesi olarak miyelin haritası (4B) ve sadece miyelin haritası (4C) görülüyor. Hasta, 126 ml bir miyelin hacmine, 931 ml'lik bir beyin hacmine (miyelin oranı %13,5) ve 1122 ml'lik bir ICV'ye (miyelin oranı %11,2) sahipti. BPF, %83,0'dı. Karşılaştırma için, bağlıklı bir (yaş ve cinsiyet eşleşmeli) kontrol 4D-F'de gösteriliyor. Kontrol, 178 ml'lik bir miyelin hacmine, 1108 ml'lik bir beyin hacmine (%16,0) ve 1252'lik bir ICV'ye (%14,2) sahipti. BPF, %88,5'ti.

oranlarının kantitatif haritalarını sağlıyor. Bir spin modeli kullanıldığı için B1 homojensizlik etkileri, mükemmel olmayan RF pulse profilleri ve suni ekolar düzeltiliyor. Sekansın tarama süresi yaklaşık 6 dakika ve otomatik işleme sonrası süreci de 10 saniyeden kısa bir sürede tamamlanıyor.

REMyDI için pratik çalışma akışı

Yukarıda açıklanan MRG çekimini kullanarak, R1, R2 ve PD haritaları ölçülüyor. Gri madde, beyaz madde ve CSF'ye atanabilen R1, R2 ve PD değerlerinin tüm kombinasyonları, intrakraniyal kaviteyi belirlemek için bir sınırdaş hacimde bir araya getiriliyorlar. ICV'nin ucu, PD = %50'de, yani CSF'nin ara yüzünde (PD = %100 PD) ve kemikte (PD = %0) iyi tanımlanmış. Bir geleneksel MRF görüntüsünün ihtiyari yoğunluk ölçeği yerine PD haritasının kullanılması, bu süreci çok sağlam ve tekrar edilebilir kılıyor [13-15]. Sonra, CSF (VFM) segmentleniyor ve beyni görüntülemek için çıkarılıyor. Bu prosedür, Beyin Parankimal Fraksiyonunu (BPF), beyin ve intrakraniyal hacim arasındaki oranı sağlıyor. BPF, beyin atrofisini takip etmek için çok uygun bir ölçüt [16]. Beyin hacmi için tekrar edilebilirlik hatası %0,14 kadar düşük rapor edildi [17]. Karşılaştırma için, MS'teki yıllık atrofi oranı %0,6-1,2 [13]. En son olarak, beyin dokusu içeren her bir voksel, miyelin modelinin dört kısmi hacim kompartmanına ayrılıyor. Tipik olarak, beyindeki miyelin kısmi hacmi %0-40 aralığında. Tüm voksellerin kısmi hacimlerinin toplanması, hastanın toplam miyelin hacmini sağlıyor. Şekil 3'te, demiyelinizan bir hastalık olan Sferoidli Herediter Diffüz Lökoansefalopatiye (HDLS) sahip bir hastada miyelin kantifikasyonu örneklendiriliyor.

Klinik ilgililik

Kantitatif bir MR sekansından miyelin ölçümü almanın avantajı, 6 dakikalık tek bir çekimle çok miktarda bilginin toplanması. Kantitatif haritalar bir mutlak ölçekte ve elde edilen ölçümler de bu nedenle hastalar ve hatta tarayıcılar arasında karşılaştırılabiliyor çünkü MR tarayıcı kusurları düzeltiliyor. R1, R2 ve PD değerleri MS lezyonlarının, tümörlerin ve diğer patolojik süreçlerin daha doğru açıklamasını sağlayabiliyor ve daha iyi istatistiklere izin veriyor. Kantitatif haritalara dayalı olarak geleneksel ağırlıklı görüntüler oluşturmak da mümkün. Bu, sentetik MRG adı verilen bir süreç. Bu yaklaşımın bir avantajı, sentetize eko süresi TE, tekrar süresi TR ve girişim gecikme süresi TI'nın, herhangi bir patoloji için veya okuyan radyologların tercihine uygun olarak, aynı girdi verilerini kullanarak optimal kontrastlar üretecek şekilde özelleştirilebilmesi [12, 18]. Aynı veri kaynağından gelen tüm görüntüler mükemmel bir şekilde ortak kayıt ediliyor. Bu nedenle MR kantifikasyonu, T2-ağırlıklı, T1-ağırlıklı, FLAIR ve TE, TR ve TI'nın diğer herhangi bir kombinasyonu gibi geleneksel kontrast görüntüleri, aynı zamanda beyin volumetrisi ve miyelin haritalaması de sağlayan aynı çekimden sentezlenebildiği için, daha önce görülmemiş zaman verimliliği sağlayabiliyor. Şekil 4'te, sentetik bir FLAIR görüntüsünün miyelin haritasının yanına yerleştirildiği multipl sklerozlu bir hastanın bir diğer örneği görülüyor. Hacimler ICV, beyin ve miyelin için alınıyor ve bir cinsiyet ve yaş eşleşmeli sağlıklı kontrolle karşılaştırılabiliyor.

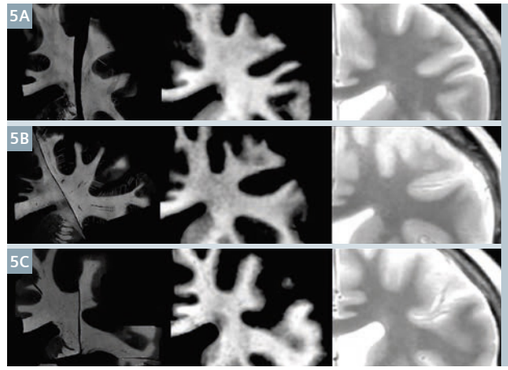
Geleceğe ilişkin bakış açıları

Şu anda, REMyDI yöntemi, post-mortem çekimler kullanılarak ve bunu takiben özel olarak miyeline bağlanan açık mavi bir boya olan Luxol Fast Blue (LFB) ile beynin katmanlarının lekelenmesi ile daha ileri seviyede doğrulanıyor. Ön sonuçlar, LFB optik dansitesindeki kayıtlı katmanların, kantitatif MRG türetilmiş miyelin haritalarıyla karşılaştırıldığı Şekil 5'te sunuluyor.

Daha ileri seviye bir diğer değerlendirme de gelişimsel miyelinasyonu takip etmek için büyük MS hasta grupları ve pediatrik hastalarda (1) gerçekleştiriliyor. Serebral miyelinasyon yaklaşık 4 aylıkken başlıyor ve çok belirli bir gelişimsel patern izliyormuş gibi görünüyor. Sağlıklı pediatrik referans verileri toplamak bir zorluk olarak kalmaya devam etse de gelişim sırasında miyelinin hassas ölçümleri, özellikle de gelişimsel ve metabolik hastalıklarda pediatrik hastanın takibinde önemli bir yardımcı halini alabiliyor.

Daha başka birçok projenin yakın zamanda başlamasını umuyor ve bekliyoruz. Hem araştırma hem de rutin klinik çalışmalar için MRG kantifikasyonunda artan bir odaklanma ve erişilebilirlik bulunuyor ve REMyDI da bu yönde heyecan verici bir adım.

[1] MR taramasının fetüsler ve iki yaşın altındaki çocuklar için güvenli olduğu kanıtlanmamıştır. Doktorların, MRG muayenesinin faydasını diğer görüntüleme prosedürleriyle karşılaştırarak değerlendirmesi gerekmektedir.



5 REMyDI'nin post-mortem doğrulanması. Kantifikasyon sekansı, taze ve dokulmulmamış beyinler üzerinde tabi vaziyetinde gerçekleştirildi. R1 relaksasyon oranlarının bir sıcaklık düzeltmesinden sonra, miyelin haritaları hesaplandı (orta). Beyinler çıkarıldı, sabitlendi, Luxol ast Blue ile lekelendi ve fotoğrafları çekildi. Fotoğrafların optik dansite haritaları (sol sütun) kayıt edildi ve kantitatif MRG yöntemiyle korele edildi. Karşılaştırma amaçlı olarak, bir sentetik PD-ağırlıklı görüntü sağda gösteriliyor.

Referanslar

1 Back SA, Riddle A, McClure MM. Maturation-dependent vulnerability of perinatal white matter in premature birth. Stroke (2007) 38:724-730.

2 Fields RD. White matter in learning, cognition and psychiatric disorders. Trends Neurosci (2008) 31:361-370.

3 Miller DH, Barkhof F, Frank JA, Parker GJ, Thompson AJ. Measurement of atrophy in multiple sclerosis: pathological basis, methodological aspects and clinical relevance. Brain (2002) 125:1676-1695.

4 Bakshi R, Thompson AJ, Rocca MA, et al. MRI in multiple sclerosis: current status and future prospects. Lancet Neurol (2008) 7:615-625.

5 Hinman JD, Abraham CR. What's behind the decline? The role of white matter in brain aging. Neurochem Res (2007) 32:2023-2031.

6 Peters A. The effects of normal aging on myelin and nerve fibers: a review. J Neurocytol (2002) 31:581-593.

7 Matsusue E, Sugihara S, Fujii S, Ohama E, Kinoshita T, Ogawa T. White matter changes in elderly people: MR-pathologic correlations. Magn Reson Med Sci (2006) 5:99-104.

8 Whittall KP, MacKay AL, Graeb DA, Nugent RA, Li DK, Paty DW: In vivo measurement of T2 distributions and water contents in normal human brain. Magn Reson Med (1997) 37:34-43.

9 MacKay A, Laule C, Vavasour I. Bjarnason T, Kolind S, Mädler B: Insights into brain microstructure from the T2 distribution. Magn Reson Imag (2006) 24:515-525.

10 Levesque IR, Pike GB. Characterizing healthy and diseased white matter using quantitative magnetization transfer and multicomponent T2 relaxometry: A unified view via a four-pool model. Magn Reson Med (2009) 62:1487-96.

11 Warntjes M, Engström M, Tisell A, Lundberg P. Modelling the presence of myelin and oedema in the brain based on multi-parametric quantitative MRI. Frontiers in Neurology (2016) doi 10.3389.

12 Warntjes M, Dahlqvist Leinhard O, West J and Lundberg P. Rapid Magnetic Resonance Quantification on the brain: Optimization for Clinical Usage. Magn Reson Med (2008) 60:320-329.

13 Vågberg M, Lindqvist T, Warntjes M, Sundström P, Birgander R and Svenningsson A. Automated Determination of Brain Parenchymal Fraction in Multiple Sclerosis. AJNR Am J Neuroradiol (2013) 34:498-504.

14 Ambarki K, Lindqvist T, Wåhlin A, Petterson E, Warntjes M, Vågberg M, Birgander R, Malm J and Eklund A. Evaluation of Automatic Measurement of the Intracranial Volume Based on Quantitative MR Imaging. AJNR Am J Neuroradiol (2012) 33:1951-1956.

15 Virhammar J, Warntjes M, Laurell K, Larsson EM. Quantitative MRI for Rapid and User-Independent Monitoring of Intracranial CSF Volume in hydrocephalus. AJNR Am J Neuroradiol (2016) 37:797-801.

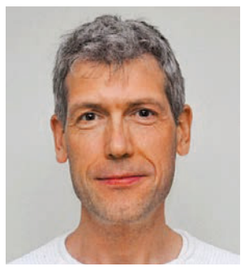
16 Grassiot B, Desgranges B, Eustache F, et al. Quantification and clinical relevance of brain atrophy in multiple sclerosis: a review. J Neurol (2009) 256:1397–1412.

17 Granberg T, Uppman M, Hashim F, Cananau C, Nordin LE, Shams S, Berglund J, Forslin Y, Aspelin P, Fredrikson S, Kristoffersen-Wiberg M. Clinical Feasibility of Synthetic MRI in Multiple Sclerosis: A Diagnostic and Volumetric Validation Study. AJNR Am J Neuroradiol. (2016) 37:1023-1029.

18 Bobman SA, Riederer SJ, Lee JN, Suddarth SA, Wang BP, Drayer BP, MacFall JR. Cerebral magnetic resonance image synthesis. AJR Am J Neuroradiol (1985) 6:265–269.

İletişim

Dr. Tobias Granberg, Ph.D.
Karolinska Institutet, Klinik Bilim Bölümü, Girişim ve Teknoloji
Karolinska University Hospital, Radyoloji Bölümü, 141 86
Stockholm, İsviçre
tobias.granberg@ki.se



İletişim

Marcel Warntjes, Ph.D.
SyntheticMR AB
Storgatan 11, 58224, Linköping, Sweden
Center for Medical Imaging Science and Visualization, CMIV
University Hospital, 58185, Linköping, İsviçre
marcel.warntjes@syntheticmr.com

2D radyografik ve 3D konik ışın BT görüntüleme için ikiz robotik x-ray sistemi

Andreas Fieselmann, Jan Steinbrener, Anna K. Jerebko, Johannes M. Voigt, Rosemarie Scholz, Ludwig Ritschl ve Thomas Mertelmeier

Siemens Healthineers, Erlangen, Almanya

Özet

Bu çalışmada, yeni bir ikiz robotik X-ray sistemi sunuyoruz. Bu sistem, X-ray tüpü ve flat panel dedektör bulunan iki motor güdümlü teleskopik kolla donatılmış bulunuyor. Farklı görüntüleme açılarından 2D radyografiler ve fluoroskopik görüntü sekansları elde edilebiliyor. 3D konik ışın BT rekonstrüksiyonu için projeksiyon verileri, özel tarama yörüngeleri boyunca kolların eşzamanlı hareketi sırasında elde edilebiliyor. 3D görüntü kalitesinin ilk değerlendirmesini, fantom taramalara ve klinik görüntülere dayalı olarak sunuyoruz. Buna ek olarak, hasta dozunun ilk değerlendirmesi de gerçekleştirildi. Sonuçlar, sistemin, geniş bir medikal uygulama yelpazesi için yüksek görüntü kalitesi sunduğunu gösteriyor. Özellikle de yüksek uzamsal çözünürlük, kemik yapılarının yeterli görselleştirmesini mümkün kılıyor. Bu sistem, ayakta durma ve yük taşıma pozisyonlarında hastaların 3D X-ray taramasının gerçekleştirilmesini mümkün kılıyor. Muskuloskeletal görüntülemede yeni 2D/3D görüntüleme çalışma akışlarını mümkün kılabiliyor ve muskuloskeletal hastalıkların tanısını iyileştirebiliyor.

Anahtar kelimeler: konik ışın BT, yük taşımalı görüntüleme, radyografi, robot güdümlü görüntüleme, ortopedik görüntüleme

1. Giriş

2D radyografi, yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme modalitesi ve çeşitli klinik endikasyonlar için uygun. Ancak, anatomik yapıların sürempresyonu ile sınırlı. Tomografik 3D görüntüleri, çapraz kesitsel görüntülerin rekonstrüksiyonu nedeniyle örtüşen yapılardan zarar görmüyor. Klinik rutinde, bu iki görüntü verisi türü (2D ve 3D) genellikle farklı ünitelerde, farklı sistemlerle ediniliyor.

2. Malzemeler ve yöntemler

2.1 İkiz robotik X-ray sistemi

Şekil 1, ikiz robotik X-ray sistemini gösteriyor. Tavan rayları üzerine monte edilmiş iki adet motor güdümlü teleskopik kol bulunuyor. Bir kol, X-ray tüpünü, diğeri ise radyoskopik ve fluoroskopik görüntü için 43 cm x 43 cm flat panel X-ray dedektörü taşıyor. İki kolu kullanarak, tüp ve dedektör, üçer çevrimsel ve ikişer döngüsel serbestlik derecesiyle bağımsız olarak hareket ettirilebiliyor.

Tüp ve dedektör çifti, muayene odasına önceden programlanmış konumlara otomatik olarak hareket ettirilebiliyor. Bu pozisyonlardan 2D radyografik görüntüler ve fluoroskopik görüntü sekansları edinilebiliyor.

C-kol tabanlı konik ışın BT sistemlerine (1) benzer bir şekilde, ikiz robotik X-ray sistemi de görüntü rekonstrüksiyonu için uygun projeksiyon verileri edinebiliyor. Konik ışın projeksiyon verileri, tüp ve dedektör belirlenmiş tarama yörüngeleri boyunca hareket ederken bir dizi edinim dedektörü modunda elde ediliyor. 3D görüntü veri seti bu projeksiyon görüntülerinden, duruma özel bir rekonstrüksiyon algoritması kullanarak rekonstrükte ediliyor.

Sistem, tarama yörüngelerinin yüksek oranda yeniden üretilebilir olacağı

* Multitom Rax ile 3D görüntüleme her ülkede ticari olarak satışta bulunmamaktadır. Yasal nedenlerle gelecekte satışta olacağı da garanti edilemez.

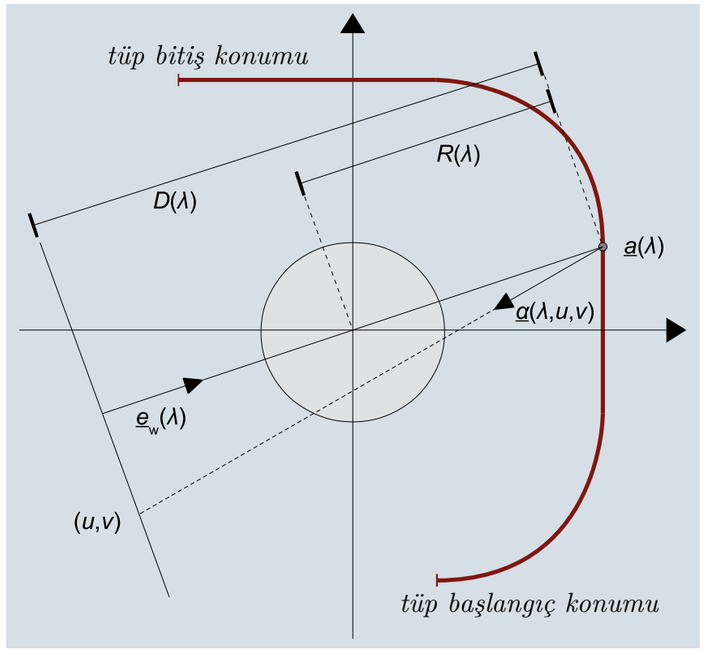
şekilde tasarlandı. Bu, birçok ardışık hasta taramasının görüntü rekonstrüksiyonu için gerekli olan projeksiyon geometrilerini belirlemek üzere bir geometri kalibrasyon fantomunun ayrı bir taramasının kullanılmasına izin veriyor.

2.2 Konik ışın BT tarama yörüngeleri
Şekil 3, üç temel düzlemsel tarama yörüngesi tipini resmediyor. Şekil 2a'da, hasta masası çevresindeki bir yörünge gösteriliyor. Bu yörünge ile yatan bir hastanın başı, gövdesi veya bacakları taranabiliyor. Resmedilen yörünge dairesel değil ve mekanın sınırlı olduğu durumlarda masanın altında dedektörün optimize hareketine izin veriyor. Şekil 2b'de, kaynak ve dedektör masaya paralel bir düzlemde dönüyor. Bu, hasta masada yatarken hastanın eli veya kolu gibi ekstremitelerin taranmasını sağlıyor.

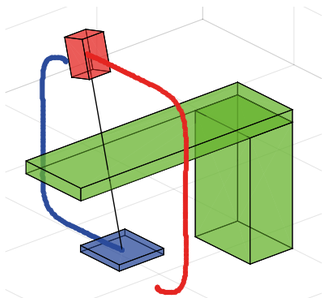
Şekil 2c'de gösterilen yörünge, yük taşıma koşulları altında ayakta duran bir hastanın taranmasını sağlıyor. Hastanın yüzükoyun veya sırtüstü pozisyonda olmasına kıyasla ayakta duran hastada eklem artikülasyonunun değişiklik gösterdiği biliniyor (3, 4). Muskuloskeletal hastalıkların tanısı, bu doğal ayakta durma pozisyonunda edinilen görüntülerden fayda sağlayabiliyor.

Gösterilen her üç yörüngede de tüp ve dedektör merkezleri bir düzlem içerisinde hareket ediyor. Kinematik olarak bağımsız iki kol sayesinde, düzlemsel olmayan yörüngeler de mümkün oluyor. Hastanın gövdesi boyunca daha büyük bir aksiyal hacmi kapsayan yörüngeler, örneğin daire ve çizgi veya ters helezon tipi yörüngeler tasarlanabiliyor.

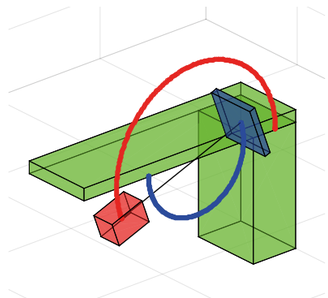
Şekil 1: Bağımsız tüp ve dedektör hareketleri için iki teleskopik kola sahip ikiz robotik X-ray sistemi.



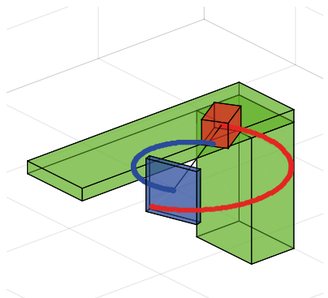
Şekil 3: Tarama geometrisi parametreleri



(a) masanın etrafında tarama



(b) masanın yanında tarama



(c) ayakta duran hasta taraması

Şekil 2: Tüp ve dedektör tarama yörüngelerinin ve bunların ilgili son pozisyonlarının resimleri.

2.3 Görüntü rekonstrüksiyonu
İkiz robotik X-ray sistemi, Şekil 2a'da gösterildiği gibi, değişken kaynak-nesne mesafeleri (SOD) ve kaynak-görüntü mesafeleri (SID) ile veri edinebiliyor. Tarama sırasındaki değişkenlik gösteren SOD ve SID'in, görüntü rekonstrüksiyonu sırasında dikkate alınması gerekiyor. Bu bölümde, değişken SID ve SOD'a sahip düzlemsel tarama yörüngeleri için bir görüntü rekonstrüksiyonu yaklaşımı özetleniyor. Bu yaklaşımın daha ayrıntılı bir açıklaması Dennerlein ve ark. tarafından verilmiştir. (5)

X-ray kaynağının $\underline{a}\ (\lambda)$ yörüngesi aşağıdaki gibi farklı kaynak kutupsal açılar λ için değişken çap $\mathrm{R}(\lambda)$ kullanarak açıklanabiliyor (5) (bkz Şekil 3)

1 $$\underline{a}(\lambda) = R(\lambda)\,(\cos\lambda, \sin\lambda, 0)^{\mathrm{T}}\ .$$

Görüntü rekonstrüksiyonu, veri farklılaştırması, Hilbert filtrelemesi ve geri projeksiyon adımlarını kullanan bir filtrelenmiş geri projeksiyon uygulayarak gerçekleştiriliyor (5, 6). Kaynak açıda λ ve kaynak görüntüleme yönü $\underline{a}$ 'da edinilen konik ışın projeksiyonlar $g(\lambda,\ \underline{a})$, her bir dedektör koordinatı $(u,\ v)$ için farklılaştırılmış projeksiyon verileri elde etmek için λ boyunca farklılaştırılıyor:

2 $$g_{\mathrm{D}}(\lambda,u,v) = \frac{\partial}{\partial\mu}\, g\,(\mu, \underline{\alpha}(\lambda,\ u,\ v))\Big|_{\mu=\lambda}\ .$$

Farklılaştırılmış veriler, aşağıdaki şekilde Hilbert dönüşümünün çekirdeği $h_{\mathrm{H}}(u)$ ile filtreleniyor.

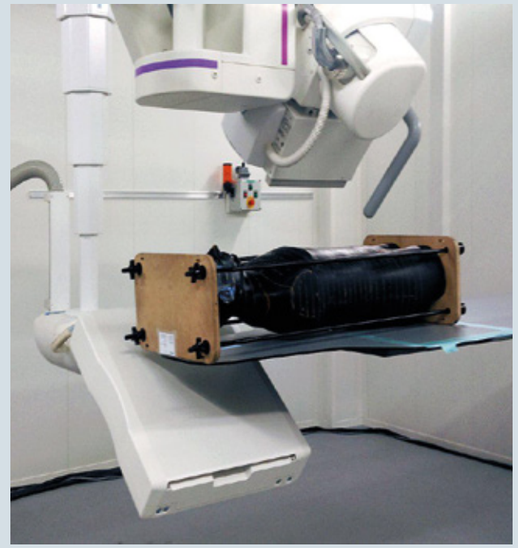
3 $$g_{\mathrm{F}}(\lambda,\ u,\ v) = \int_{-u_m}^{+u_m} \mathrm{d}u'\ h_{\mathrm{H}}(u-u')\,\frac{D(\lambda)\,g_{\mathrm{D}}(\lambda,\ u',\ v')}{\sqrt{(D(\lambda)^2+u'^2)}}$$

Burada, $\mathrm{D}(\lambda)$, SID'i ifade ediyor. Nesne dansiteleri $\hat{f}(\underline{x})$, filtrelenmiş verilerin geri projeksiyonu kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanıyor:

4 $$\hat{f}\,(\underline{x}) = \frac{1}{2\pi}\int_{\Lambda}\mathrm{d}\lambda\,\frac{w(\lambda,\ u^*)}{R(\lambda)-\underline{x}\cdot\ \underline{e}_{\mathrm{w}}(\lambda)}\,g_{\mathrm{F}}(\lambda,\ u^*,\ v^*)$$

Burada, $R(\lambda)$, SOD, $w(\lambda,\ u)$, bir artıklık ağırlık fonksiyonu, u^* ve v^*, $\underline{x}$'in, belirli bir λ için dedektörün üzerine düşen projeksiyonlar ve Λ da açısal tarama aralığıdır.

2.4 İlk görüntü kalitesi değerlendirmesi
3D görüntü rekonstrüksiyonlarının uzamsal ve düşük kontrastlı çözünürlüğünü, tipik bir görüntü parametreleri yelpazesi için bir görüntü kalitesi fantomu (ConeBeam Phantom, QRM GmbH, Möhrendorf, Almanya) kullanarak kantitatif olarak değerlendiriyoruz.



Şekil 4: Alderson Rando fantom doz ölçümü için ayarlama

Sistemin geometri kalibrasyonu, bir kalibrasyon fantomu (PDS-2 phantom, Siemens Healthcare, GmbH, Erlangen, Almanya) taraması kullanılarak gerçekleştiriliyor (2). Tarama yörüngelerinin yeniden üretilebilirliğini ve görüntü kalitesi üzerindeki etkiyi değerlendirmek için, geometri kalibrasyonu, sistem kullanımdayken ve görüntüler yeniden rekonstrükte ediliyorken 7 gün sonra tekrar ediliyor.

Buna ek olarak, bir domuz kadavrasının taramasının rekonstrükte görüntüleri ve bir klinik tarama da kalitatif olarak değerlendiriliyor.

2.5 İlk doz değerlendirmesi
Etkili hasta dozunun ilk değerlendirmesini gerçekleştiriyoruz. Paranazal sinüslerin değerlendirmesi için optimize edilmiş bir tarama protokolü seçiliyor (100 kVp tüp gerilimi, 0,1 mm bakır ön filtrelemesi, 19 dGycm² doz alanı ürünü, 160 projeksiyon). Etkili hasta dozu, ICRP 103 rehber kurallarına uygun olarak bir antropomorfik fantom (Alderson Rando) kullanılarak ölçülüyor (7). Ölçüm ayarı Şekil 4'te gösterilmektedir.

3. Sonuçlar

Fantom tabanlı değerlendirme için, tarama süreleri, tarama yörüngesine bağlı olarak 16-25 saniye. Fantomun hat-çift modülünden değerlendirilen uzamsal çözünürlük, 2x2 çift dedektörle 12-14 lp/cm (Şekil 5 sol; masa yanı tarama, 70 kVp tüp gerilimi, 95 dGy cm2 doz alanı ürünü, 200 projeksiyon). Geometri kalibrasyonunun, incelenen 7 günlük zaman aralığı boyunca sabit olduğu keşfediliyor (Şekil 5 sol).

İncelenen protokolle, düşük kontrastlı çözünürlük, 8 mm çaplı bir nesne için 20 Hounsfield birimine (HU) çıkıyor (Şekil 5 sağ: ayakta duran hasta taraması, 81 kVp tüp gerilimi, 387 dGy cm² doz alanı ürünü, 160 projeksiyon).

Domuz kadavrasının kalitatif değerlendirmesi özellikle kemiklerin görselleştirmesi için yüksek görüntü kalitesi gösteriyor (Şekil 6; masa yanında tarama, 100 kVp tüp gerilimi, 60 dGy cm² doz alanı ürünü, 192 projeksiyon). Şekil 7, ayakta durur pozisyonda edinilen bel omurgası görüntüsünün çoklu düzlemde rekonstrüksiyonunu gösteriyor (80 kVp tüp gerilimi, 798 dGy cm² doz alanı ürünü, 160 projeksiyon). Klinik olarak ilgili özellikler de iyi bir şekilde tasvir ediliyor.

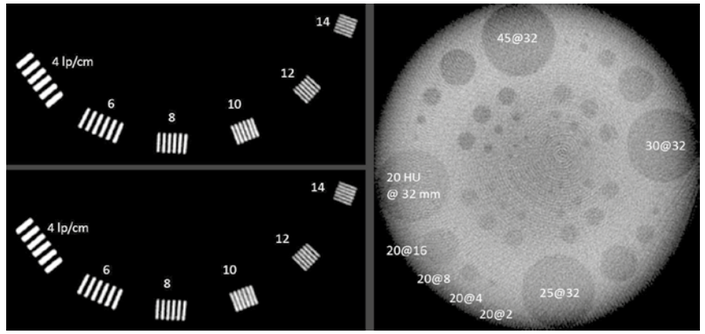
Söz konusu protokol için Alderson Rando fantomuyla ölçülen etkili hasta dozunun 0,045 mSv olduğu belirlendi.

4. Tartışma ve sonuç

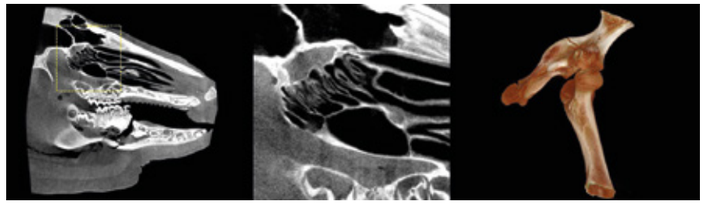
Bu makalede, yeni bir ikiz robotik X-ray sisteminin ilk karakterizasyonunu sağladık. Sistem, kinematik olarak bağımsız iki teleskopik koluyla, dairesel olmayan tipler dahil olmak üzere birçok tarama yörüngesi tipini kullanarak konik ışın projeksiyonu elde etmeyi mümkün kılıyor.

Görüntü kalitesi ve dozun ilk değerlendirmesi gerçekleştirildi. 3D görüntü kalitesinin değerlendirmesi, özellikle kemik görüntülemesi için mükemmel sonuçlar veriyor. Paranazal sinüslere göre optimize edilmiş referans protokol için ölçülen etkili doz, düşük dozlu BT protokollerininkine benziyor (8). Ancak, farklı klinik uygulamaları kapsayan daha ayrıntılı değerlendirmeler de planlanıyor. Tarama protokolleri ve rekonstrüksiyon parametreleri hala optimize edilebilir.

Çoklu katmanlı BT tarayıcılarının ve ekstremiteye özel BT tarayıcılarının aksine, bu sistem, aynı zamanda ayakta duran bir hastanın pelvisini veya omurgasını da tarayabiliyor. Bu doğal ayakta durma pozisyonu, muskuloskeletal hastalıklara konulan tanıları iyileştirebiliyor. Buna ek olarak, 2D veya/ve 3D görüntüleme protokolleri arasındaki esnek tercihle hasta yönetimi optimize edilebiliyor ve yeni görüntüleme iş akışları oluşturulabiliyor. Kinematik olarak bağımsız teleskopik kollar sayesinde, bu sistem, yeni BT tarama yörüngelerini araştırmayı mümkün kılıyor.



Şekil 5: 3D görüntü kalitesinin fantom tabanlı değerlendirmesi: (sol üst) aynı günden geometri kalibrasyon tarama kullanarak hat çifti rekonstrüksiyonu, (sol alt) farklı günden geometri kalibrasyonu kullanarak hat çifti rekonstrüksiyonu, (sağ) düşük kontrastlı değerlendirme.



Şekil 6: Görüntü rekonstrüksiyonu sonuçları: Bir domuz kadavrası başının MPR görünümü (sol, orta) ve bir domuz kadavrası bacağının hacim renderlaması (sağ).

Şekil 7: Ayakta durur pozisyonda taranan 70 yaşında bir hastanın bel omurgasının çoklu düzlemli rekonstrüksiyonu (görüntüler, Radiology & Nuclear Medicine Clinic, University Hospital Basel, İsviçre'ye aittir).

Referanslar

1 Strobel, N., Meissner, O., Boese, J., Brunner, T., Heigl, B., Hoheisel, M., Lauritsch, G., Nagel, M., Pfister, M., Rührnschopf, E.-P., Scholz, B., Schreiber, B., Spahn, M., Zellerhoff, M., and Klingenbeck-Regn, K., [Multislice CT], ch. 3D Imaging with Flat-Detector C-Arm Systems, 33–51, Springer, Berlin, 3rd ed. (2009).

2 Strobel, N., Heigl, B., Brunner, T., Schuetz, O., Mitschke, M. M., Wiesent, K., and Mertelmeier, T., "Improving 3D image quality of x-ray C-arm imaging systems by using properly designed pose determination systems for calibrating the projection geometry," in [Proc. SPIE Medical Imaging 2003: Physics of Medical Imaging], 5030, 943–954 (2003).

3 Hirschmann, A., Pfirrmann, C. W., Klammer, G., Espinosa, N., and Buck, F. M., "Upright cone CT of the hindfoot: comparison of the non-weight-bearing with the upright weight-bearing position," European Radiology 24(3), 553–558 (2014).

4 Hirschmann, A., Buck, F. M., Fucentese, S. F., and Pfirrmann, C. W., "Upright CT of the knee: the effect of weight-bearing on joint alignment," European Radiology 25(11), 3398–3404 (2015).

5 Dennerlein, F., Kunze, H., and Boese, J., "Cone-beam reconstruction from a variable-radius, planar source trajectory," in [IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (NSS/MIC) 2009], 2496–2499 (2009).

6 Noo, F., Defrise, M., Clackdoyle, R., and Kudo, H., "Image reconstruction from fan-beam projections on less than a short scan," Physics in Medicine and Biology 47(14), 2525–2546 (2002).

7 International Commission on Radiological Protection, "The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP publication 103," Annals of the ICRP 37(2-4), 1–332 (2007).

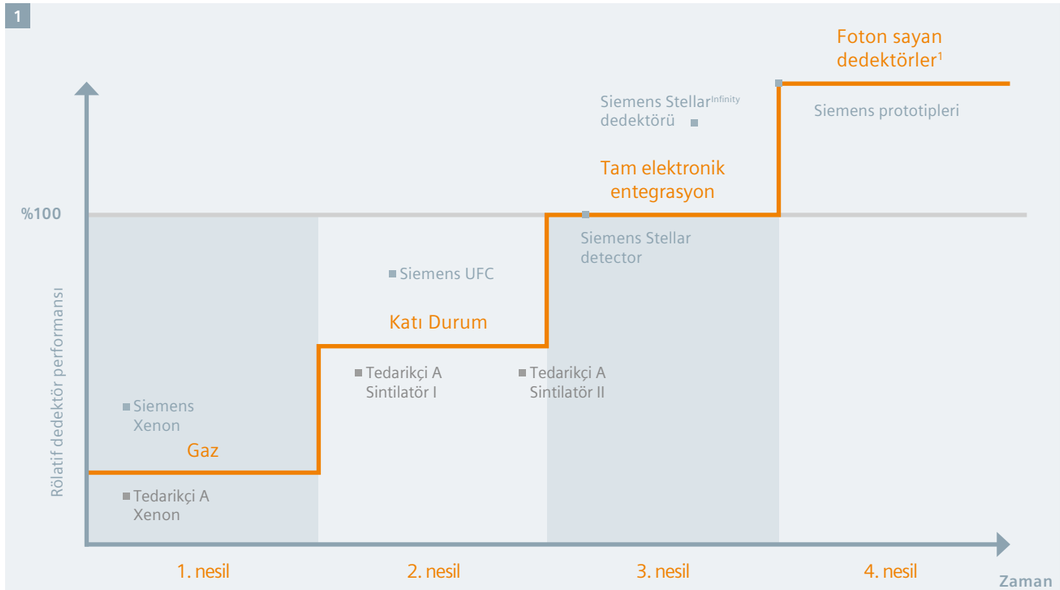
8 Abul-Kasim, K., Strömbeck, A., and Sahlstrand-Johnson, P., "Low-dose computed tomography of the paranasal sinuses: radiation doses and reliability analysis," American Journal of Otolaryngology 32(1), 47–51 (2011).

Klinik bilgisayarlı tomografide foton sayan dedektörler

Yazı: Stefan Ulzheimer, PhD, ve Steffen Kappler, PhD, Siemens Healthineers, Almanya

Dedektör sistemi, bir bilgisayarlı tomografi tarayıcısında temel bileşenlerden biridir. Görevi, gelen X-ray'i daha sonra görüntü rekonstrüksiyonu zincirine aktarılacak olan bir elektriksel sinyale dönüştürmektir. Önemli özellikleri arasında yüksek kuantum verimliliği (X-ray durdurma gücü), geniş dinamik aralığı, hızlı sinyal bozulması (düşük görüntü tutulması) ve mükemmel sinyal sabitliği yer alır.

1

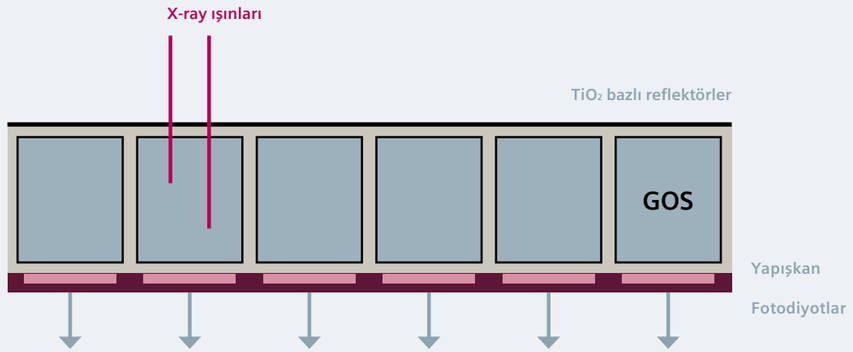


1 Birinci nesil dedektörler, gelen X-ray'i elektrik akımına dönüştürmek için hâlâ yüksek basınç altında Xenon gazı kullanıyordu. İkinci nesil dedektörler, X-ray ışınlarını ışığa dönüştürmek için katı hal seramik sintilatörler, ışığı akıma dönüştürmek için fotodiyotlar ve sinyali dijitalize etmek için analog-dijital dönüştürücüler (ADC) kullanıyor. Stellar dedektörü, fotodiyotu ve ADC'yi tek bir uygulamaya özel entegre devrede (ASIC) birleştiren ve elektronik paraziti, güç tüketimini ve ısı dağılımını büyük ölçüde azaltan üçüncü nesil dedektör. Foton sayan dedektörler (1), BT görüntülemede devrim yaratma potansiyeline sahip.

Sürekli olarak geliştirilen BT dedektörleri

BT dedektörleri, ilk gaz dedektörlerinden beri birçok gelişim aşaması gösterdi – bunlar bazen radikal bazen kademeli aşamalardı. Müseccel sintilatör materyali UFCTM'ye dayalı olarak Siemens, BT dedektör tasarımında sürekli yeni standartlar ortaya koyuyor. [1] En yeni inovasyon da Siemens'in son teknolojili BT sistemlerinde (Şekil 1) kullandığı ve ilk olarak SOMATOM Force ile piyasaya sürülen tamamen entegre Stellar[Infinity] dedektörü. Daha önce görülmemiş elektronik entegrasyon seviyesi sayesinde, Stellar[Infinity] dedektörü son derece düşük elektronik parazit seviyeleri ve yüksek sinyal dinamikleri sunuyor. Bu da bu dedektörü, mevcut ve gelecekteki yinelemeli rekonstrüksiyon olasılıklarından faydalanmak için optimum araç kılıyor.

2A



2A Enerji entegre eden dedektörler, X-ray ışınlarını bir elektriksel sinyale, iki aşamalı bir süreçte dönüştürüyor: Önce bir sintilatör katmanı (GOS), X ışınlarını görünür ışığa dönüştürüyor. Daha sonra fotodiyotlar ışığı bir elektrik akımına dönüştürüyor.

Günümüz katı hal dedektörleri, gelen X-ray yoğunluğunu bir elektronik sinyale dönüştüren iki adımlı bir süreç kullanıyor. Önce X-ray, bir sintilatör katmanında görünebilir ışığa dönüştürülüyor. Aşağıdaki şekil, yayılan ışığı, özel ASIC'lerde dijitalleştirilmiş bir elektrik akımına dönüştüren bir fotodiyot dizisini gösteriyor. Sintilatör katmanı, mekanik olarak piksellere yapılandırılan bir seramik materyalinden yapılmış. Sonlu genişlikli septa, optik çapraz bilgi alışverişini baskılamak için bireysel pikselleri ayırıyor (Şekil 2A).

Sonraki aşama: foton sayan dedektörler[1]

Kadmiyum telürür (CdTe) gibi yarı iletken materyaller X ışınlarını doğrudan elektrik sinyali pulse'larına dönüştürebiliyor. Her bir X-ray kuantumu, serbest yüklerin miktarı, bağlı X ışınının enerjisiyle orantılı olacak şekilde, serbest yük taşıyıcısı bulutları üretiyor. Dedektör materyalinin içerisindeki güçlü bir elektriksel alan, yük bulutlarını, bir elektrik akımının indüklendiği anot piksellerine naklediyor (Şekil 2B). Yüksek oranda entegre devreler bu yük pulse'larını, dijital olarak sayılabilen birkaç nano-saniyelik gerilim pulse'larına dönüştürüyor.

Şu ana kadar CdTe, ticari olarak satılan klinik BT tarayıcısı dedektörlerinde aşağıdaki nedenlerle kullanılmadı: Foton sayan dedektörlerin amacı, her bir X ışınını ayrı ayrı kayıt etmektir. Bir klinik ortamda taranan hastanın büyük çapı nedeniyle, nispeten yüksek sayıda X ışınının çok kısa bir sürede dedektöre ulaşması gerekiyor. Klinik tüm vücut BT görüntülemede – günümüzde kullanılan düşük doz seviyeleriyle bile- bireysel bir piksele varan iki X-ray arasındaki süre, birkaç nano-saniye kadar kısa olabiliyor. Bu nedenle, dedektör elektroniklerinin son derece hızlı ve kesin olması gerekiyor.

BT taramalarında sinyal stabilitesi çok büyük bir öneme sahip. Dedektör sinyalindeki en küçük stabilite varyasyonları bile BT görüntülerinde görünür halka artefaktlarına neden olabiliyor. Bir tüm vücut BT tarayıcısında tanısal görüntü kalitesi elde etmek için gerekli olan saflık ve mükemmel sinyal stabilitesine sahip kristal materyallerin üretimi henüz mümkün olmadı.

Çoklu enerji bilgileri

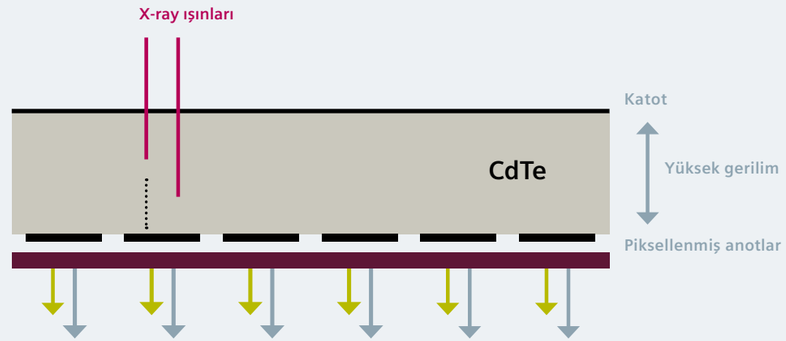
Ancak, söz konusu dedektörler mevcut hale gelirse, muhteşem avantajlar sunuyor olacaklar. Sadece her bir ayrı fotonu kayıt etmek veya saymak mümkün olmayacak, aynı zamanda her bir bireysel fotonun enerjisini ölçmek de mümkün olacak. Diğer herhangi bir teknik ön şart olmadan, çoklu enerjili BT mümkün hale gelebilecek. Prensipte, Dual Enerji BT'yi izleyen bir sonraki adım olarak, isteğe bağlı sayıda enerji elde edilebilir. Yine de dedektörün sunduğu veri miktarını sınırlandırmak için, kayıtlı fotonları belirli enerji aralıkları veya "enerji konumları" içerisine yerleştirmek ve sadece bu konumlar için olan verileri okumak daha pratik. Günümüzün dual energy BT'si, insan vücudunda mevcut olan materyaller ve iyot kontrastları için yeterli. Daha fazla "konum" burada daha fazla bilgi sağlamayacak. Ancak, gelecekte, kullanılan X-ray enerji aralığındaki ek emilim piklerine sahip altın nano-partiküller gibi yeni kontrast materyallerinin mevcut hale gelmesi durumunda [2], üç, dört veya hatta daha fazla enerji faydalı olabilir (k-uç görüntülemesi).

Daha düşük doz ve daha yüksek uzamsal çözünürlük

Foton sayan BT taramasında sadece belirli bir eşiğin üzerindeki sinyal pulse'ları kayıt edildiği için, bu tür dedektörler, sinyal dijitalleştirilene kadar her bir elektronik bileşende üretilen elektronik paraziti tamamen ortadan kaldırıyor. Stellar[Infinity] dedektörü, tek bir çipteki fotodiyotların ve analog-dijital dönüştürücülerin tam entegrasyonu nedeniyle son derece düşük elektronik parazitle yeni bir standart ortaya koydu. Çok düşük dozlar kullanmaya ilişkin klinik senaryolarda [3] veya obez hastalar gibi düşük sinyallerle uğraşılması gerektiğinde bunun belirgin avantajları bulunuyor. Foton sayan dedektörler bunu yeni bir seviyeye taşıyacak. Buna ek olarak, foton sayan dedektörler düşük enerjili fotonları yüksek enerjili fotonlara kıyasla daha yüksek olarak ağırlıklandırabiliyor. Bu, kontrast geliştirilmiş uygulamalarda kontrast-parazit oranının (CNR) daha da optimize edilmesini sağlıyor. İlk araştırmalar, %32'lik bir ek doz azaltımının da mümkün olacağını gösteriyor. [4]

Günümüz sintilatörlerinde, piksellerin mekanik olarak yapılandırılmaları gerekiyor ve bu nedenle sonsuz şekilde küçük olmaları mümkün değil. Düşen piksel boyutuyla, geometrik doz verimliliği de düşüyor çünkü pikseller arasındaki septanın nispi alanı artıyor. Foton sayan dedektörlerde, piksellerin mekanik bir ayrımı gerekli değil. Pikseller, silikon çipleri için zaten ortaya konduğu şekilde bir fotolitografik süreçle yapılandırılabiliyor. İlkesel olarak, pikseller çok küçük yapılabiliyor.

2B



2B Belirli materyaller (örn., CdTe), X ışınlarını doğrudan elektriksel akıma dönüştürebiliyor. Her bir foton bireysel olarak tespit edilebiliyor ve enerjisi ölçülebiliyor.

Elbette burada, pratik ek klinik değer sunan optimize edilmiş bir değerin de bulunması gerekiyor. Bilgisayarlı tomografi alanındaki yakın zamanlı yayınlar, klinik tarayıcılar için foton sayan dedektörlerdeki piksel perdesinin, günümüzün katı hal dedektörlerine kıyasla üç ya da dört faktör azaltılabileceğini gösteriyor.

Prototip kurulumları

Siemens, iki yakın klinik prototip kurulumlarında yüksek akı yetkin foton sayan teknoloji potansiyelini sergileyebilen ilk tıbbi medikal ekipman şirketi. [5, 6] Prototipler, ikinci dedektör sisteminin bir foton sayan dedektör ile değiştirildiği SOMATOM Definition Flash'a dayanıyor. İlk defa olarak, mevcut teknolojiyle karşılaştırılabilir bir klinik eşdeğerlik insan deneklerde sergilendi. Sonraki beş yıl içerisinde, Siemens, teknolojiyi optimize etmek ve yeni klinik potansiyeller tespit etmek için ortak ağıyla işbirliği yapıyor olacak.

[1] Ürün geliştirme aşamasındadır ve henüz ticari olarak satılmamaktadır. Gelecekte mevcut olacağı da garanti edilemez.

Referanslar

[1] Ulzheimer S, "Stellar Detector Performance in Computed Tomography". SOMATOM Sessions. 2011 Nov; 29:64-66.
[2] Cormode DP, Naha PC, Fayad ZA. Nanoparticle contrast agents for computed tomography: a focus on micelles. Contrast Media Mol Imaging. 2014 Jan-Feb;9(1):37-52.
[3] Ebner L, Knobloch F, Huber A, Landau J, Ott D, Heverhagen JT, Christe A. Feasible Dose Reduction in Routine Chest Computed Tomography Maintaining Constant Image Quality Using the Last Three Scanner Generations: From Filtered Back Projection to Sinogram-affirmed Iterative Reconstruction and Impact of the Novel Fully Integrated Detector Design Minimizing Electronic Noise. J Clin Imaging Sci. 2014 Jul 31;4:38.
[4] S. Kappler et al., First results from a hybrid prototype CT scanner for exploring benefits of quantum-counting in clinical CT, Proc. SPIE 8313, pp. 83130X (2012).
[5] Zhicong Yu, Shuai Leng, Steven M Jorgensen, Zhoubo Li, Ralf Gutjahr, Baiyu Chen, Ahmed F Halaweish, Steffen Kappler, Lifeng Yu, Erik L Ritman and Cynthia H McCollough. Evaluation of conventional imaging performance in a research whole-body CT system with a photon-counting detector array. Phys. Med. Biol. 61 (2016) 1572–1595
[6] Pourmorteza A, Symons R, Sandfort V, Mallek M, Fuld MK, Henderson G, Jones EC, Malayeri AA, Folio LR, Bluemke DA. Abdominal Imaging with Contrast-enhanced Photon-counting CT: First Human Experience. Radiology. 2016 Feb 3:152601.

Periferik arter hastalığı için run-off BT anjiyografi

Yazı: Dr. Aarthi Govindarajan; Dr. Prasanna Vignesh; Dr. Arun Kumar ve Dr. Raj Kumar

Aarthi Diagnostics, Vadapalani, Chennai, Tamilnadu, Hindistan

Hastanın hikayesi

Periferik vasküler hastalık şüphesi ile başvuran 72 yaşında erkek hastada alt organ damarlarını değerlendirmek için periferik run-off BT anjiyografisi (CTA) gerçekleştirildi.

Tanı

BT görüntülerinde abdominal aort, ana alt organ arterleri ve damarlarda, düzensiz lümen daralmasıyla sonuçlanan kapsamlı aterosklerotik yumuşak müral ve kalsifiye plakalar görüldü. Orijinin hemen ardından olan ve %50 stenoz ile sonuçlanan proksimal superior mezenterik artere (SMA) ilişkin küçük bir eksantrik müral plaka görselleştirildi. Bifurkasyondan 17 mm ve uzunluğu 12 mm olan ve %90 stenoz ile sonuçlanan sol dış ilyak artere (EIA) ilişkin genişletilmiş yumuşak plaka da tespit edildi. Sol yüzeysel femoral arterde (SFA) 6,2 cm ölçülen ve kolateraller boyunca yaklaştırıcı kast kanalında reformasyona sahip bir tam trombotik oklüzyon da görüldü. Posterior tibiyal artere (PTA) kıyasla, anterior tibiyal arterin (ATA) ve CPA'nın (merkezi peroneal arter) kalibresi tüm yol boyunca her iki tarafta da dardı. Sağ ortak femoral, yüzeysel femoral, profunda femoris ve popliteal arterler normal görülüyordu. Her iki tarafta da dorsalis pedis arterinde akış tespit edildi.

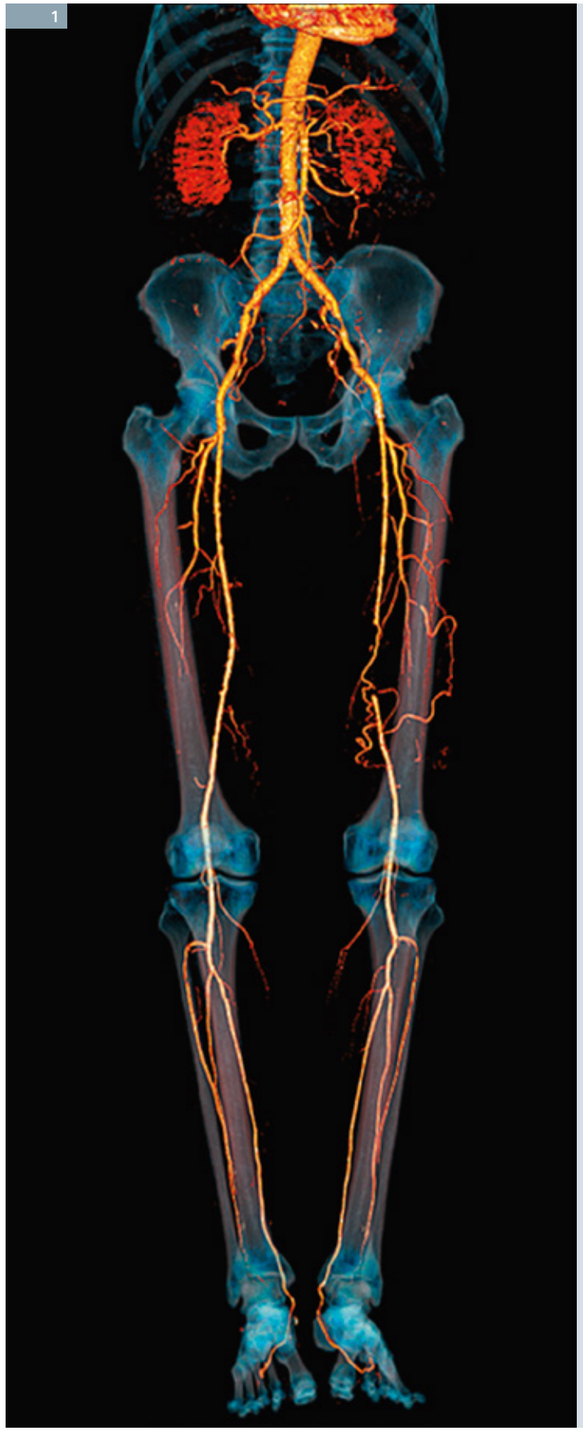
Yorumlar

Periferik CTA, görüntü çalışmasında değerli ve hızlı tanı sağlamakta yardımcı oluyor. Bu olguda, mükemmel görüntü kalitesi, tüm akış aralığı içerisinde homojen bir kontrastla vasküler yapıların açık bir görselleştirmesini mümkün kıldı. Doz modülasyonu CARE Dose4D ve yinelemeli rekonstrüksiyon, 2,27 mSv kadar düşük bir etkili doz elde etmek için uygulandı.

İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Force		
Tarama alanı	Run-off	Rotasyon süresi	0,8 s
Tarama uzunluğu	1258 mm	Perde	1,5
Tarama yönü	Kaudo-kranyal	Kesit kolimasyonu	16 × 1,2 mm
Tarama süresi	35 s	Kesit genişliği	1,5 mm
Tüp gerilimi	110 kV	Rekonstrüksiyon artışı	1 mm
Tüp akımı	48 mAs	Rekonstrüksiyon çekirdeği	I31s
Doz modülasyonu	CARE Dose4D	**Kontrast**	
$CTDI_{vol}$	3,14 mGy	Hacim	100 mL + 40 mL salin
DLP	409,87 mGy cm	Akış hızı	4 mL/s
Etkili doz	2,27 mSv	Başlangıç gecikmesi	Bolus tracking

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.



1 VRT görüntüsü, run-off CTA'nın tam aralığına bir genel bakış sunuyor.

2 Sagittal MPR görüntüsü, proksimal SMA'da %50 stenozla sonuçlanan bir küçük eksantrik müral plaka gösteriyor.

3 Koronal MPR görüntüsü, sol EIA'da %90 stenozla sonuçlanan bir genişletilmiş yumuşak plaka gösteriyor.

4 MIP görüntüsü, kolateraller boyunca reformasyonla sol SFA'da bir tam trombotik oklüzyon gösteriyor.

Doz performansı şeffaflaşıyor

Yazı: Wiebke Kathmann, PhD, Fotoğraflar: Sandra Stein

Almanya'nın Köln şehrindeki Krankenhaus der Augustinerinnen'de, doz standardizasyonu ve optimizasyonu kilit öneme sahip. Bunun bir sonucu olarak, doz yönetiminin önemi de gittikçe artıyor. Hastanenin Radyoloji Bölümü Başkanı Dr. Frank Schellhammer, X-ray dozlarını nasıl olabildiğince düşük seviyelerde tuttuklarını açıklıyor.

Aziz Augustinus'un öğretileriyle şekillenmiş bir Katolik Hastanesi olan Krankenhaus der Augustinerinnen, bir bütün olarak insana odaklanıyor. Hastanın optimum tıbbi ve psikolojik bakımı en büyük öncelik. Tanınmış bir sağlık kuruluşu olan bu hastane, geniş bir yelpazede tıbbi muayeneler sunuyor. Sadece 300 yataklı bölgesel bir klinik olmasına rağmen, cerrahi ve iç hastalıkların yanı sıra jinekoloji, onkoloji, ortopedik cerrahi ve radyoloji alanlarındaki üstün performansıyla da biliniyor. Radyoloji departmanı, X-ray dozlarının "olabilecek en düşük seviyede" tutulması gerektiğini belirten ALARA ilkesine bağlı kalma konusunda titizlik gösteriyor.

Köln'deki Krankenhaus der Augustinerinnen, geniş bir yelpazede tıbbi muayeneler sunan, tanınmış bir hastane.

İhtisasını nöroradyoloji alanında tamamlayan Radyoloji Bölümü Başkanı Dr. Frank Schellhammer, departmanının geniş bir radyolojik portföy sunabiliyor olmasından gurur duyuyor. Dr. Schellhammer ve ekibi, kemoterapi öncesinde ve sonrasında tümör evrelemesi dâhil olmak üzere onkolojik görüntülemenin yanı sıra karaciğer embolizasyonu, toraks muayeneleri ve ortopedik veya jinekolojik muayeneler gibi görüntü kılavuzlu tümör girişimleri de gerçekleştiriyor. Dr. Schellhammer için temel hedeflerden biri, tüm radyoloji portföyünde doz optimizasyonu. Siemens'in teamplay çözümü de açık ve sezgisel doz performansı grafikleri sunarak bu doz yönetimi hedefine ulaşmada Dr. Schellhammer ve ekibini destekliyor.

Sezgisel grafik kullanıcı arayüzü

Dr. Schellhammer, teamplay'i departmanındaki tüm BT taramalarının doz performansını hızlı bir şekilde değerlendirmek için artık çok güvendiği değerli bir eklenti olarak görüyor. Kendisi, cuma akşamları geç saatte ofisinden ayrılmadan, önceki haftaların görüntülerini gözden geçirmeyi bir alışkanlık haline getirmiş. teamplay sayesinde bu işlem sadece birkaç saniyesini alıyor. Birinci ekran, doz kullanımının grafiğini sunuyor; BT taramalarının yüzde kaçının ulusal referans değerlerin doz limitleri içerisinde olduğunu söylüyor. Frank Schellhammer için daha da önemlisi, kurumu için tanımladığı doz limitleri. Bu kurumsal referans değerleri, Almanya'daki ulusal referans değerlerinden daha düşük ve bu nedenle hasta bakımı açısından daha olumlu bir etkiye sahip. Dr. Schellhammer şunları ifade ediyor: "Endişelenmem gerekip gerekmediğini bir bakışta anlıyorum." Bir adım daha ileri giderek, taramanın ne zaman ve neden gerçekleştirildiğiyle ilgili bilgileri de buluyor. Belirli bir taramayı değerlendirmek için gerekli olan tüm verileri (organ, muayene türü, bireysel tarama, endikasyon) ve belirli bir taramanın neden normalden fazla radyasyon gerektirdiğinin cevabını hızlı bir şekilde buluyor.

Veri şeffaflığı

Dr. Schellhammer, teamplay'i iki şekilde kullanıyor: Her türlü aykırı doz değerlerini hızlı bir şekilde tespit etmek ve daha yakından inceleme için belirli muayeneleri ekrana çağırmak. Ekrana çağırma söz konusu olduğunda, PACS'ını (resim arşivleme ve iletişim sistemi) teamplay aracılığıyla PACS çağırma fonksiyonuyla bağlayabiliyor. teamplay Dose ile doğru hasta verileri otomatik olarak tespit ediliyor ve PACS'ta açılıyor. Bu, hastanın şekli ve görüntü kalitesi gibi faktörlerin kontrol edilmesine ve gerektiğinde ayarlanmasına izin veriyor. Dr. Schellhammer şunları ifade ediyor: "Akciğer fonksiyonunun HIV bağlantılı sorunlarda şöhretimiz olduğu ve toraksın düşük dozlu BT taramalarını gerçekleştirmekle övündüğümüz için, düşük doz protokollerimizin sonuçları açısından istediğimiz noktada olup olmadığımızı kontrol etmek üzere düzenli olarak teamplay'i kullanıyorum. teamplay, herhangi bir BT muayenesinde nasıl bir performans gösterdiğimi bana söylüyor. Bu, PACS'ın verdiği gerçek verilere dayalı olarak performans hakkındaki

"Düşük doz protokollerimizin sonuçları açısından istediğimiz noktada olup olmadığımızı kontrol etmek üzere düzenli olarak teamplay'i kullanıyorum."

Dr. Frank Schellhammer,

Krankenhaus der Augustinerinnen, Köln, Almanya

Dr. Frank Schellhammer için, kurumunda tanımladığı doz limitleri çok önemli. Bu kurumsal referans değerleri, Almanya'daki ulusal referans değerlerinden daha düşük.

Köln'deki Krankenhaus der Augustinerinnen, geniş bir yelpazede tıbbi muayeneler sunan, tanınmış bir hastane.

"Artık kalite yönetimi açık, net ve erişilebilir; aynı zamanda da anlamlı kararlar almayı sağlayan gerçek bilgileri grafik halinde sunuyor."

görüşlerime dayanak oluşturuyor ve bunu kavraması kolay bir grafiğe dönüştürüyor." Dr. Schellhammer'ın işaret ettiği gibi, teamplay'in veri madenciliği fonksiyonu, modalitenin gerçek verilerini kullandığı için özellikle faydalı. Dr. Schellhammer ekliyor: "Bu, hesaplanmış veri olmadığı için son derece güvenilir."

Kalite yönetimi bakımından, Dr. Schellhammer teamplay Dose'un hastalar açısından çok avantajlı olduğunu düşünüyor. Dr. Schellhammer şunları ifade ediyor: "Çalışmamızı somutlaştıran bir araca sahibiz. Kalite yönetimi artık bir klasörde arşivlenen kağıt yığını arasındaki bir rapor değil. Artık kalite yönetimi açık, net ve erişilebilir; aynı zamanda da anlamlı kararlar almayı sağlayan gerçek bilgileri grafik halinde sunuyor."

teamplay'in sunduğu çeşitli uygulamalar arasından, Köln'deki radyoloji ekibi şu anda en başta Dose ve Usage'ı kullanıyor. Doz takibi Frank Schellhammer için önemli olduğundan, teamplay Dose'u düzenli olarak kullanıyor ve teamplay Usage'ın da verimlilik yönetimi için kullanılabilmesinin, özellikle daha fazla tarayıcıya sahip büyük kurumlar açısından değerli olduğunu düşünüyor. Genel olarak teamplay Usage, gün veya hafta içerisinde tarayıcının pek kullanılmadığı zamanlar olup olmadığına ilişkin bir genel bakış sunuyor ve böylece kullanımın daha verimli bir şekilde organize edilmesine yardımcı oluyor – bu, müthiş bütçe baskılarının olduğu bir dönemde kritik öneme sahip.

teamplay platformu sürekli genişlediği için, Frank Schellhammer en yeni Images uygulamasını (1) kullanmayı da dört gözle bekliyor. teamplay Images, araştırma ve eğitim amaçlı olarak meslektaşlar arasında klinik görüntülerin alınıp verilmesi için güvenli bir ortam sunmak üzere tasarlandı. Dr. Schellhammer şu yorumu yapıyor: "teamplay Images ile kurumumda ve kurumumun dışında klinik görüntülerin meslektaşlarımla daha kolay paylaşılmasının önemli bir avantaj olabileceği izlenimini edindim."

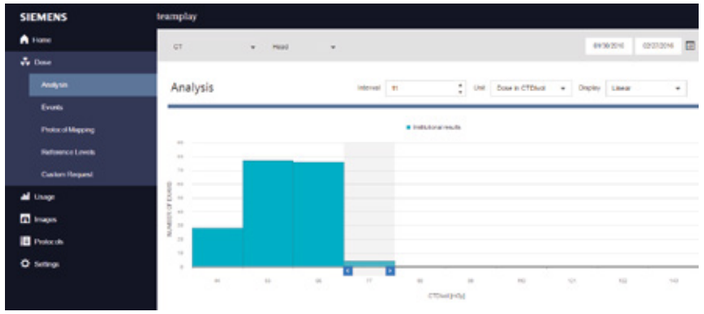
Klinik olgular

Dr. Schellhammer, Köln'deki klinik rutinde teamplay'e ilişkin üç olgu aktarıyor:

Olgu 1
Bu olgu, bir sapmanın geri izlenmesine ilişkin: "Almanya'da bir kranyal BT taraması için referans değerin (2) CTDIvol 60 mGy olmasına rağmen bizim muayenemizde CTDIvol 108 mGy kullanılmıştı. Bu değeri gerekçelendirmek için kökünde yatan nedeni bulmamız gerekiyor. Klinik verileri kontrol ederken, aslında klinik durumu açıklığa kavuşturmak için üç tarama yaptığımızı gördüm (bir natif BT taraması, bir BT anjiyogramı ve kontrast sonrası bir başka tarama). Konuyu daha derinlemesine irdeleyebilir ve endikasyonu bir defa daha kontrol edebilirim. Burada sorun, MRG için uygun olmayan bir hastada beyin sapının hasar görmüş perfüzyonuydu. Bu nedenle, ana hedefi ilgili iskemi veya damar oklüzyonu ihtimallerini elemek olan BT taramalarının hedefini yerine getirmiş olduk. Üç muayene olduğu düşünüldüğünde, doza ilişkin olarak iyi bir performans göstermiş olduğumuzu söyleyebilirim."

Olgu 2
"Geçen hafta, bir kavgaya karışan kişi üzerinde bir kranyal BT taraması gerçekleştirdik Şehrin merkezinde bulunduğumuz ve her tarafımızda barlar olduğu için oldukça yüksek sayıda acil vaka geliyor. Bu örnekte, hasta ajite olmuştu ve çok hareket ediyordu. Hareket artefaktları helis tarama ve çift kontur işaretleri sırasında fark edilebilir. Bu nedenle beyinde hematoma riskini elemek için hastayı birçok defa yeniden taramamız gerekti. Sonunda, bir yerine üç tarama gerçekleştirmiş olduk. Diğer seçenekler onu BT tarayıcıya yerleştirmemek ve iki saat dinlenmesini beklemek veya sedasyon uygulamaktı ve bunlar da pek iyi bir alternatifler değildi. Klinik bir karar almamız gerekiyordu. Bunu dikkate alarak, doz sapmasının daha fazla analiz edilmesine gerek bulunmuyordu."

1 BT görüntüleme yardımıyla bir akciğer biyopsisi gerçekleştirilmesi, yapıya erişmek için daha ileri bir rotasyonu gerekli kıldı (Olgu 3)



teamplay Dose, mevcut verilere kolay erişim sağlıyor ve örneğin modaliteye veya sürekli doz yönetimi için vücut bölgesine göre daha ileri seviyede analize izin veriyor.

Olgu 3
"Almanya'da toraksın genel BT taraması için ulusal referans seviyesi (2), muayeneden bağımsız olarak CTDIvol 10 mGy. Akciğerdeki şüpheli bir yapının, bir sirküler akciğer fokusunun biyopsisini gerçekleştirirken referans değerin üzerinde olmamız şaşırtıcı değildi. Bu türden bir girişim sadece kısmen hesaplanabilir: Yapıya erişmek için daha ileri bir rotasyon gerekli olabilir. Bu nedenle, bu olguda dozun artması bizim açımızdan sorun olmadı. Doz hijyenine uygunluk göstermeye kıyasla, yapıya değmek ve patolojiyi doğrulamak daha önemliydi."

Günümüzde teamplay büyük bir beğeniyle karşılanıyor ve Dr. Schellhammer'ın günlük rutininde değerli bir araç olarak dikkat çekiyor. Aslında Dr. Schellhammer şu anda, uygulamakta olduğu doz yönetimi seviyelerini uygulamak zorunda değil. Büyük ihtimalle bu yakın gelecekte değişecek. Ancak Dr. Schellhammer, doz standardizasyonu ve optimizasyonuna ilişkin sorumluluklarını meslek etiğinin bir parçası olarak görüyor ve bunu büyük bir memnuniyetle yapıyor.

"teamplay Images ile kurumumda ve kurumumun dışında klinik görüntülerin meslektaşlarımla daha kolay paylaşılmasının önemli bir avantaj olabileceği izlenimini edindim."

1 Ön bilgi. Bu ürün henüz diagnostik kullanım için piyasaya sürülmemiştir.
2 Radyasyondan Korunma Dairesi (Tanısal ve girişimsel röntgen muayeneleri için güncellenmiş tanısal referans değerlerinin açıklanması) https://www.bfs.de

Wiebke Kathmann, PhD, medikal dergilere sık sık yazılar yazmaktadır. Biyoloji alanında Yüksek Lisansa ve Teorik Tıp alanında Doktora derecesine sahiptir ve 1999'da'serbest çalışmaya başlamadan önce yıllarca baş editörlük yapmıştır. Almanya'nın Karlsruhe ve Münih şehirlerinde yaşamaktadır.

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.

Tümör besleyici damarlar karaciğer embolizasyonu yapılırken otomatik olarak tespit ediliyor

Yeni *syngo* Embolization Guidance[1] ile, yakında karaciğer embolizasyonu prosedürleri için özelleştirilmiş bir iş akışı oluşacak. Almanya'daki Hannover Tıp Fakültesi'nden Bernhard Meyer, AXIOM Innovations ile tümörleri besleyen damarların otomatik tespitiyle ilgili ilk deneyimini paylaşıyor.

Embolizasyon prosedürlerinin iyi bilinen bir endikasyonu, karaciğer tümörlerinin tedavisidir. Embolizasyon, yaşam kalitesini artırmaya yardımcı olabilir ve birincil ve ikincil (metastatik) tümörleri olan karaciğer kanseri hastalarının kalan yaşam süresini uzatabilir. Bu tedavi, hastaları rezeksiyon, ameliyatla organ alma ve transplantasyon ile gelecekte küratif tedavi için uygun hale getiren "evre düşürmeyi" bile sağlayabilir.

Yazılım, tümörleri besleyen damarları gösteriyor

Karaciğer embolizasyonu prosedürleri, ilk kez kullanıldıkları 1970'lerden bu yana sürekli gelişiyor. Bu tekniklerin temel amacı, tümörleri kanla besleyen küçük arterleri bloke ederek tümöre arteriyal kan tedarikini durdurmak. Bu, embolik materyale kemoterapötik bir maddenin eklenmesiyle birlikte veya eklenmeden gerçekleştirilebiliyor.

syngo Embolization Guidance, tümörü besleyen damarları vurguluyor ve böylece üç boyutlu (3D) damar ağacı oluşturuyor. Fluoroskopi görüntüleriyle örtüştürüldüğünde, kateter navigasyon kılavuzluğuna yardımcı olmak için değerli bir araç oluyor ve bu da potansiyel olarak bu prosedürlerle ilişkili olan kontrast maddenin ve radyasyon dozunun miktarını azaltıyor. *syngo* Embolization Guidance'ın en yeni versiyonu bu gelişime önemli bir katkıda bulunuyor.

Dr. Bernhard Meyer,

Girişimsel Radyoloji Departmanı, Hannover Tıp Fakültesi, Almanya

Hedeflenmiş embolizasyon için otomatik besleyici tespiti

Yeni *syngo* Embolization Guidance versiyonu, özel olarak karaciğer embolizasyonu prosedürleri için geliştirilmiş prosedür planlama açısından iyileştirilmiş bir iş akışı sunuyor. Girişimsel radyologların sadece tedavi alanını tanımlamaları yeterli oluyor. Daha sonra yazılım, kateterden seçilen lezyona giden damarları otomatik olarak tespit ediyor ve vurguluyor. Bu, hedeflenmiş embolizasyonu destekliyor ve böylece kemoterapötikler sağlıklı dokular korunurken sadece tümöre uygulanıyor.

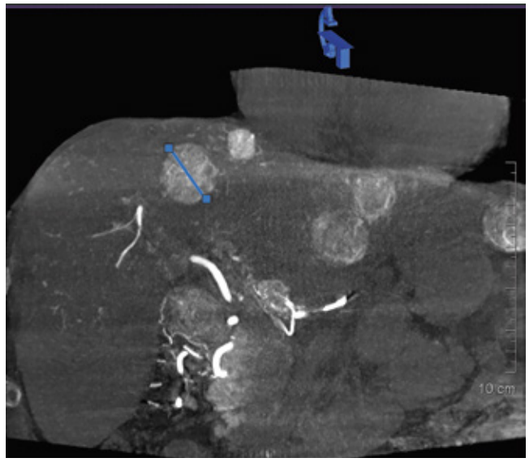
Tek bir tıklamayla kullanıcı, lezyonun çapını gösteren bir çizgi çizerek tümörü işaretliyor. Yeni arayüzle, prosedür planlaması hastanın başucunda kolayca yönetilebiliyor. Bu iyileştirmelerin yapılmasına karşın, doktorlar eski versiyonun, örneğin tümör segmentasyonu veya bireysel damarların manuel olarak seçilmesi gibi özelliklerinden vazgeçmek zorunda kalmıyor.

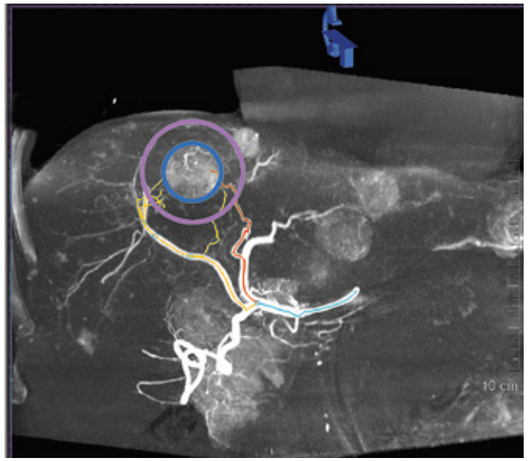
Küçük ve distal damar görünümleri, süperselektif yaklaşımı basitleştiriyor

Almanya'nın lider karaciğer kanseri tedavisi ve transplantasyon merkezlerinden Hannover Medical School'da vasküler ve girişimsel radyoloji başkanı olan Dr. Bernhard Meyer, yeni yazılımın geliştirilmesinde kilit rol oynadı.

"Embolizasyon kullanarak gerçekleştirilen tedavi geçtiğimiz yıllarda büyük oranda arttı. Bunun nedenlerinden biri de günümüzde daha selektif bir yaklaşım benimseyebilmemiz ve küçük ve distal damarları bile tıkayabilmemiz," diyor Dr. Meyer. Arteriyel mikrokateterin daha selektif bir şekilde ve tümöre daha yakın yerleştirilmesi, daha iyi bir tepki oranı sağlayabiliyor. Ayrıca, normal karaciğer parenkiminin embolik maddelere maruz kalmasını da azaltabiliyor. Hatta bir TACE prosedürü söz konusu olduğunda, kemoterapi ilaçlarına maruziyeti bile düşürebiliyor. Bu nedenle, tedaviyle bağlantılı karaciğer toksisitesi de potansiyel olarak azaltılabiliyor.

Deneyimli bir kullanıcı olarak Dr. Meyer, kılavuz aracın faydalarını çok iyi biliyor. *syngo* Embolization Guidance'ın gerçek avantajının, tümörü besleyen damarların kesin konumunu görselleştirmesi olduğunu düşünüyor. "Tümörü çevreleyen vaskülatür hakkında edinilen çok ayrıntılı, yüksek çözünürlüklü bilgiye" ve doktorların algoritmayı hastanın başucunda uygulayabilmelerine ve girişim odasından ayrılmak zorunda kalmamalarına değer veriyor.

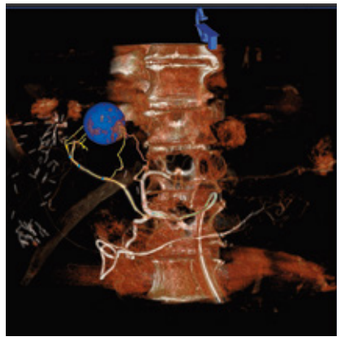




Tek tıkla, hızlı ve kolay operasyon

Kateter aracılığıyla hastaya arteriyal erişim sağlandıktan sonra, kontrast enjeksiyonuyla bir 3D görüntü alınıyor. Daha sonra, girişimi gerçekleştiren kişi, tümörü tek tıkla işaretliyor ve yazılım, tedavi bölgesi ile kateter arasındaki damarları otomatik olarak tespit edip vurguluyor. Algoritma, lezyon çevresinde birkaç milimetrelik bir güvenlik marjını da kapsıyor – bu, embolize edilebilecek veya edilmeyebilecek olan, ancak incelenmesi gereken şüpheli tümör besleyici damarlara sahip bir tampon bölge oluşturuyor.

Dr. Meyer, *syngo* Embolization Guidance'ın mevcut versiyonuna aşina olmakla kalmıyor; kendisi ayrıca güçlü bir destekçi ve yeni versiyonun prototipini ilk deneyenlerden. Meyer şunları anlatıyor: "3D veri setini edindiğinizde, tedavi etmek istediğiniz alanı tek tıkla kolayca seçiyorsunuz ve yazılım da besleyici arterlerin konumunu otomatik olarak hesaplıyor. Bu, kateteri optimal bir şekilde nereye yerleştireceğimizi tanımlamamıza yardımcı oluyor. Bu da kesinliği ve sağlıklı karaciğere zarar vermemeyi kolaylaştırıyor." Buna ek olarak, yazılımın kolay bir şekilde kullanılması, doğrudan hastanın yanıbaşında prosedür planlamayı mümkün kılıyor. Artık prosedürü kesintiye uğratmak ve girişim odasından ayrılmak gerekli değil.



Yeni doktorları eğitirken önemli avantajlar

Dr. Meyer, Siemens Healthineers çözümünün bir avantajı daha olduğunu düşünüyor – özellikle de daha genç meslektaşları için. "Yeni yazılımın, yeni doktorları eğitmeye yardımcı olacağı kesin. Sistem o kadar gelişti ki artık yazılımla etkileşime geçmek daha kolay ve daha az zaman alıyor. Bu, kesinlikle sistemin kullanımını artıracak."

"3D veri setini edindiğinizde, tedavi etmek istediğiniz alanı tek tıkla kolayca seçiyorsunuz ve yazılım da besleyici arterlerin konumunu otomatik olarak hesaplıyor. Bu, kateteri optimal bir şekilde nereye yerleştireceğimizi tanımlamamıza yardımcı oluyor. Bu da kesinliği ve sağlıklı karaciğere zarar vermemeyi sağlıyor."

İletişim

dorothea.roth@siemens.com

Tek ünite, tek sistem, tüm uygulamalar

Yazı: Eric Johnson, Fotoğraflar: Florian Jänicke

Girişimsel radyoloji ve nöroradyoloji prosedürleri aynı ünitede gerçekleştirildiğinde ne elde edersiniz? Cevap: En yeni PURE® teknolojisine sahip Artis zee® anjiyografi sisteminden memnun kalmış iki kullanıcı.

Güneydoğu Almanya'daki Klinikum Ingolstadt, "bir taşla iki kuş" formülünü test ediyor: Ekim 2015'ten beri, radyoloji departmanı yepyeni Artis zee anjiyografi sistemini iki disiplin arasında paylaşıyor. Hem girişimsel radyoloji hem de nöroradyoloji departmanları, ihtiyaçlarını tek bir sistemle karşılıyor.

Radyoloji departmanlarındaki geleneksel Alman uygulaması, mümkün olduğunca çok sistemi mobilize etmek. Önde gelen girişimsel radyologlardan Dr. Dierk Vorwerk'e göre, klasik görüş şu: "Eğer üç BT'ye, üç MR'a ve üç anjiyoya sahipseniz, radyolojinin kralısınız demektir." Ancak bu "krallığın" bir bedeli olduğunu da ekliyor. Bağımsız olarak çalışan tüm bu sistemler önemli bir maliyet yaratıyor ve düşük kullanım oranlarına sahip bulunuyor.

Dr. Vorwerk'in Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü ve Radyoloji ve Nöroradyoloji Merkezi başkanı olduğu Ingolstadt'ta amaç, kullanımı maksimize ederek ekipman yatırımlarından mümkün olan en yüksek faydayı sağlamak. Örneğin, kurumun Pazartesi'den Cuma'ya, sabah 7.30 ile akşam 20.30 arası çalışan yeni anjiyografi sistemi. Ortalama 64 saatlik bir haftada, bu tek Artis zee sistemi, geniş bir prosedür grubu boyunca güvenilir ve sağlam performans için her iki disiplinin de ihtiyacını karşılıyor ve aynı zamanda üstün görüntü kalitesi sağlıyor.

Süreçlerin ayrıntılarını açıklamadan önce, biraz genel bilgi verelim: Ingolstadt böylesine öncü bir konuma nasıl geldi?

Ingolstadt'ın öyküsü

Klinikum Ingolstadt, özellikle radyoloji alanına odaklanan ve her yıl 2000'i girişimsel olmak üzere 120.000 prosedürün gerçekleştirildiği, 1200 yataklı bir yerel hastane. Alt uzmanlaşma ihtiyacını karşılamak için hastane, nöroradyolojinin rolünü daha da güçlendirmeye istekliydi. Yıllardır girişimsel inme ve anevrizma

"Radyoloji günümüzde çok önemli bir disiplin haline geldi. Klinisyenlerin ekipmanlarını paylaşmaları gayet mantıklı."

Dr. Dierk Vorwerk,

Klinikum Ingolstadt Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü Başkanı

"PURE fonksiyonu QuickZoom, 3D ölçümler için ünite içinde kalmamıza izin veriyor ve böylece prosedür başına 15 dakika tasarruf etmemizi sağlıyor."

Dr. Jürgen Lutz,

Klinikum Ingolstadt Nöroradyoloji Enstitüsü Başkanı

Dr. Dierk Vorwerk, tavana monte Artis zee with PURE cihazının önünde.

yönetiminde başarılı olduğu için tanısal ve girişimsel nöroradyoloji alanında en yeni teknikleri uygulamaya geçirmeye ihtiyaç duyuyordu.

Dr. Vorwerk'in amacı, dönüşümlü bir şekilde tüm radyoloji kurumunun işletilmesini kendisiyle paylaşabilecek bir kıdemli uzman nöroradyolog için ömür boyu sürecek bir pozisyon yaratarak bu disiplini de hastaneye kazandırmaktı. Bu yaklaşımın Almanya'da pek yaygın olmamasına rağmen Dr. Vorwerk, ABD'de son derece normal olduğunu açıklıyor. Bu yaklaşım ayrıca, Almanya'da sayıları hiç de az olmayan yetenekli genç doktorları çekmek gibi ek bir faydaya da sahip.

Bu iş için görevlendirilen kişi Dr. Jürgen Lutz oldu. Bu girişimsel nöroradyolog, hastaneye bir diğer önemli destek kaynağı olarak Ekim 2015'te katıldı. Dr. Vorwerk yeni bir meslektaş kazanmanın yanı sıra, program için gerekli hale gelen bir siber yardımcıyı da sürece dahil etti.

Bu yeni katılımcı, son teknoloji ürünü, tavana monte Artis zee with PURE anjiyografi sistemiydi. Klinikum Ingolstadt, 17 yaşındaki eski sistemi olan Siemens MULTISTAR'ı değiştirmek üzere Siemens tarafından yapılan teklifi kabul etti.

Kolay paylaşım

Artis zee'nin kullanımını Dr. Vorwerk ve Dr. Lutz arasında paylaştırmak son derece kolay. Dr. Lutz'a göre bu, farklı profillerle donatılmış bir çoklu-kullanıcılı kişisel bilgisayarı paylaşmaya benziyor: "Ön ayarlar, bir PC ya da akıllı telefondaki uygulamalara benziyor. Böylece menü, tek tıklamayla 'nöro'dan 'abdominal'e dönüştürülebiliyor." Daha eski makinelerin kullanıcı değiştirmeden yeniden programlanması gerekiyordu ancak Artis zee birkaç saniye içerisinde geçişi sağlıyor.

Dr. Vorwerk de anjiyografi sistemiyle bağlantılı işbirliğinden memnun. Paylaşım hiç sorunsuz yürüyor:

Çalışırlık oranı halen yüzde 100 ve bu, finansal olarak zor bir dönemden geçtiğimiz şu günlerde bütçeden tasarruf sağlıyor. Dünyadaki birçok sağlık sistemi gibi, Alman sistemi de sınırlı fonlara rağmen sürekli artan talepler nedeniyle zorlanıyor. Dr. Vorwerk şunları söylüyor: "Radyoloji günümüzde önemli bir disiplin halini aldı ve pediatriye, kardiyolojiye ve hatta hastanedeki neredeyse tüm disiplinlere hizmet veriyor. Bu yüzden de klinisyenlerin ekipmanları paylaşmaları mantıklı."

Neden olmasın? Dr. Vorwerk ve Dr. Lutz birçok benzer zorlukla yüz yüze. Bunlardan en önemlileri şunlar:

Görüntü kalitesi: Dr. Lutz'un belirttiği gibi: "Anevrizmalar, 3 mm gibi küçük çaplarda olabiliyor ve benim de bu minik yapıları tedavi edebilmem gerekiyor. Mükemmel görüntü kalitesi, örneğin coil'lerin tam doğru bir şekilde yerleştirilmesi için büyük öneme sahip. Ayrıca sıvı embolik materyal kullanılan embolizasyon prosedürleri sırasında kesin

görselleştirmeye ihtiyaç duyuyoruz. Bu küçük partiküllerin hareketini takip etmemiz gerekiyor –yönlerini, çapraz akışlarını. Artis zee bize ihtiyacımız olan mükemmel görüntü kalitesini, mümkün olan en düşük dozda sağlıyor."

Doz yönetimi: Dr. Vorwerk şunları ifade ediyor: "Bu, hem doktorlar hem de hastalar için X-ray görüntülemede her zaman kritik bir konu olacak - özellikle de bazı girişimsel prosedürler saatlerce sürebildiği için." Artis zee, CARE ve CLEAR ile ideal bir çözüm sunuyor: Cihaz, yüksek görüntü kalitesini korurken dozu minimuma düşürmek için geniş bir doz tasarrufu uygulamaları yelpazesiyle donatılmış. Dr. Lutz, dağıtılmış radyasyon sayesinde daha düşük radyasyona maruz kalma avantajını da yaşadığını ekliyor.

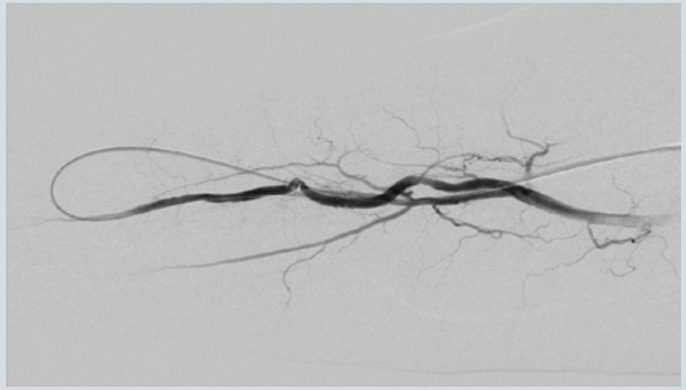
Kanamanın görselleştirilmesi: Hastanenin önceki anjiyografi sisteminde, girişimden çıkan hastaların, herhangi bir cerrahi sonrası kanama olup olmadığının tespit edilmesi için diğer odadaki BT tarayıcısına taşınması gerekiyordu. C-kol BT uygulaması *syngo* DynaCT ile Artis zee artık bu zaman alıcı ve potansiyel olarak riskli manevrayı gereksiz hale getiriyor.

syngo DynaCT, kanama ihtimallerinin, hastanın derhal tedavi edilebileceği girişimsel birimde elenmesine yardımcı oluyor. Benzer şekilde, mikrostentlerin veya akış saptırıcıların doğru uygulanması da karmaşık bir anatomide bile "doğrudan masada" kontrol edilebiliyor ve Dr. Lutz'un belirttiği gibi, "gerektiği gibi ayarlanabiliyor".

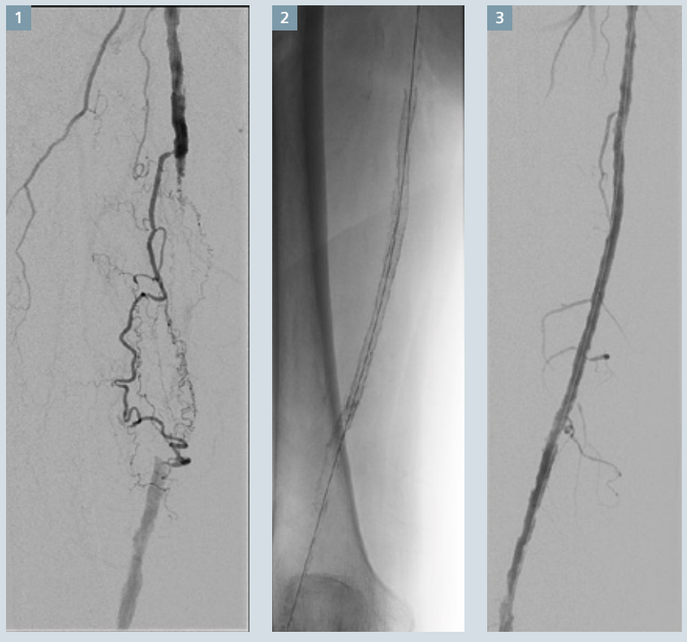
Yeni sistemle tanışın

Artis zee tüm bu talepleri ve daha fazlasını karşılıyor. Üç özellik, Klinikum Ingolstadt'taki üst düzey radyologlar için özellikle cazip. Avantajlarından biri, 2D ve 3D uygulamalara doğrudan anjiyografi ünitesinden erişilebilmesi. Artis zee'nin yeni PURE özellikleri 3D Wizard ve Quickzoom sayesinde artık Dr. Vorwerk ve Dr. Lutz'un odadan ayrılmaları, eldivenlerini çıkarmaları, ölçüm yapmaları ve anjiyografi ünitesine tekrar girmek için yeniden sterilizasyon yapıp eldivenlerini takmaları gerekmiyor. Girişime devam ederken ve hastanın yanında kalırken kontrolleri gerçekleştirebiliyorlar (tek elle bile). Her iki doktor da bunun karmaşıklığa bağlı olarak prosedür başına 5-15 dakika tasarruf sağladığını tahmin ediyorlar ve elbette bu, yoğun bir hafta veya yılda önemli bir toplama ulaşıyor.

Bir diyaliz fistülünün tedavisi



Bir diyaliz fistülünün tedavisi



1 Sol alt ekstremitede femoral arter oklüzyonu

2 Balon dilatasyonu ve stent yerleştirilmesi

3 Başarılı tedavi sonrasında check-up

Dr. Lutz, artık bir anevrizmanın tedavisini, verimli iş akışı sayesinde yarı sürede planlayabildiğini de ekliyor.

Dr. Lutz için bir diğer önemli avantaj da iyileştirilmiş 3D Roadmap görüntü kalitesi. Lutz, şunları ifade ediyor: "Artık, küçük yapıları, eski sistemime kıyasla çok daha kolay bir şekilde tespit edebiliyorum. 3D hacimlerin canlı fluoro üzerinde örtüştürülmesi de, bir monoplanar anjiyo sisteminde anevrizmaların tedavi edilmesi konusunda büyük bir fayda sağlıyor."

Artis zee'nin genel anlamda kullanıcı dostu olması, her iki radyoloğu da etkileyen üçüncü bir faktör. Dr. Vorwerk, bir anjiyografi sisteminin kontrollerinin, sofistike bir araba gibi olması, yani kullanımının kolay olması gerektiğini söylüyor: "Eğer bu düğmeye basarsanız A etkisinin gerçekleşeceğini ve şu düğmeye basarsanız B etkisinin gerçekleşeceğini bilmek önemli." Artis zee, iki diğer önemli fonksiyonun yanı sıra şunu da sağlıyor: Biri fluoroskopiyi ve diğeri de örtüşmeyi gösteren iki monitör, eski görüntü sisteminde olduğu gibi iki görünüm arasında geçiş yapan tek bir monitöre kıyasla önemli bir ilerleme. Artis zee'nin masasının hareketi de mekanik yerine elektronik kontroller kullanılması sayesinde artık eski modellere göre çok kolay.

Artis zee'nin henüz denemedikleri bir özelliği de 3D paralel işleme. Bu, bir prosedür anjiyografi odasında gerçekleştirilirken bir başka prosedürün kontrol odasında planlanmasına izin veriyor. Şu anda, nöroradyoloji ünitesi hâlâ kurulma aşamasında olduğundan ve tam kapasiteye ulaşılamadığından buna gerek yok. Yaklaşık bir yıl içinde disiplin yılda 250–300 hastalık kapasiteye geldiğinde ise güzel bir ek özellik olacak. Paralel işleme özelliği, yine "bir taşla iki kuş vurmalarını" sağlayacak.

Eric Johnson işletme, çevre, tıp ve teknoloji konularında İsviçre'nin Zürih şehrinden yazılar yazıyor. Kimya mezunu olan Johnson, serbest çalışmaya başlamadan önce, şu anda Thompson-Reuters olarak bilinen kurumda çalıştı ve McGraw-Hill World News için muhabirlik yaptı.

Radyoloji alanında en büyüklerle rekabet

Almanya'da, Ingolstadt adlı sessiz kasaba, Almanya'nın en büyük otomobil üreticilerinden Audi'ye ev sahipliği yapmasıyla tanınıyor. Kasabada yaşayan 133.000 kişi, ağaçların sıralandığı ve parlak dış cepheli binaların bulunduğu sokaklarda refah içerisinde, ancak gösterişe kaçmadan yaşıyor. Hayat güzel ama sessiz – bu, sadece 80 kilometre güneydeki kozmopolit ve popüler modern Münih şehriyle büyük bir zıtlık oluşturuyor. Yerel hastane Klinikum Ingolstadt, bir tıp uzmanı tarafından bile "orta ölçekte bir Alman şehri için son derece tipik" olarak tanımlanıyor. Bu durumda Ingolstadt'ta özel bir şey olmadığını mı düşünüyorsunuz?

Yanılıyorsunuz – en azından hastanenin radyoloji ve nöroradyoloji kapasitesi açısından. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü Başkanı, dünya çapında bir üne sahip. Radyolog Dr. Dierk Vorwerk, RWTH Aachen Üniversitesi Tıp Fakültesi öğretim üyelerinden biri olmanın yanı sıra, Avrupa Kardiyovasküler ve Girişimsel Radyoloji Topluluğu'nun (CIRSE) da kurucu üyelerinden biri. Birkaç yıl boyunca toplulukta görev alarak hizmet vermenin ardından, Dr. Vorwerk 1999–2001 yılları arasında başkanlık da yaptı. Kendisi şu anda, Alman Medikal Radyoloji Topluluğu (Röntgengesellschaft) Başkanı. 2003 yılından beri CIRSE'nin resmi dergisi Cardiovascular and Interventional Radiology'nin baş editörü. 30 yılı aşkın süreli kariyerinde, Dr. Vorwerk 200'den fazla makale ve 250'den fazla özet yayımladı. 1993 yılında, prestijli Wilhelm Conrad Röntgen Ödülü'nü kazandı.

Dr. Vorwerk hâlâ çok aktif ve son 19 yıldır radyoloji departmanının başkanlığını yaptığı Kliniknum Ingolstadt'ta çok büyük bir hasta yüküne sahip. Şu andaki klinik odağı, tanısal görüntüleme, stent yerleştirme ve girişimsel onkoloji de dahil olmak üzere periferik ve abdominal girişimsel prosedürler. Bu hastanede geçirdiği zaman boyunca Dr. Vorwerk, hastanenin şöhretini ve yeteneklerini geliştirmekte çok önemli bir rol oynadı. Bu yönde aldığı en son aksiyonlardan biri, sürekli gelişmekte olan girişimsel nöroradyoloji alanında hastanenin önünü açmaktı.

Bu, göründüğünden daha zor bir iş, özellikle de genel bir iş gücü sıkıntısı olmasından dolayı. Almanya'daki 7000 radyologdan sadece 450'si sertifikalı nöroradyologlar ve bunların sadece 250'si hastane ortamında çalışıyor. Bunların ise sadece yarısı girişimsel nöroradyolog. Departmanı genişletmek isterken, uygun bir girişimsel nöroradyolog arayışı birkaç yıl sürdü ve Münih LMU Üniversite Hastanesi Grosshadern Kampüsü'nde başarılı bir eşleşmeyle sona erdi. Dr. Lutz, sadece 20 kilometre uzakta, Neuhurg an der Donau kasabasında büyüdü.

Şu anda kırklı yaşlarının başında olan Dr. Jürgen Lutz, LMU Münih'te tıp okudu ve San Francisco'daki UCSF Radyoloji Departmanı ve Güney Afrika'nın Cape Town şehrindeki Stellenbosh Üniversitesi Hastanesi'nde de görev aldı. Mezun olduktan sonra, ihtisas eğitimini Tanısal Radyoloji Enstitüsü'nde (Başkan Dr. M. Reiser) tamamladı ve dört yıl sonra tanısal ve girişimsel nöroradyoloji (Başkan Dr. H. Brückmann) alanındaki uzmanlığını, Münih LMU Üniversite Hastanesi Grosshadern Kampüsü'nde kıdemli uzman nöroradyolog ve Yardımcı Doçent olarak tamamladı. Girişimsel odağı, çeşitli embolik maddeler ve modern endovasküler anevrizma tedavisi kullanarak baş ve boyun tümörü embolizasyonu. 2008'de kendisine, difüzyon MR görüntüleme alanındaki araştırmalarından dolayı Alman Nöroradyoloji Topluluğu Genç Araştırmacılar Ödülü verildi. Ingolstadt'ın yeni Radyoloji ve Nöroradyoloji Merkezi'nin bir parçası olan Nöroradyoloji Enstitüsü Başkanı olarak doğduğu topraklara döndü.

İnfantta torasik vasküler halkanın milisevert altı değerlendirmesi

Yazı: Dr. Frandics P. Chan, PhD

Radyoloji Departmanı, Stanford University Medical Center, Kaliforniya, ABD

Hastanın hikayesi

Trisomi 21 ile doğan 13 yaşındaki infant erkek çocukta kötü beslenme, kilo kaybı ve stridor görülüyordu. Bir post-natal ekokardiyografi, sağ taraflı bir aortik ark ve Kommerell'in bir divertükülünü gösteriyordu ve bu da trakea ve özafagusu sınırlandırabilen bir vasküler halka şüphesi doğruluyordu. Vasküler anatomiyi, trakea ile ilişkisini ve hava yollarının patensisini değerlendirmek için CTA gerçekleştirildi.

Tanı

CTA, bir vasküler halkanın sağ ve posterior sınırlarını oluşturan sağ taraflı aortik arkı ve Kommerell divertikulumunu (Şekil 1 ve 2) doğruladı. Anterior sınır; çıkan aort, sağ pulmoner arter ve pulmoner gövdeden oluşuyordu. Bir ligamentum arteriyozum, kapalı patent duktus arteriyozusun pulmoner gövdeyi divertikuluma bağlayan bir kalıntısı resmedildi. Bu ligamentumun kendisi, kontrast materyalinin yokluğu nedeniyle CTA'da görünür değildi, ancak varlığına, pulmoner gövdedeki ve divertikulumdaki, vasküler halkanın sol sınırını oluşturan ligamentin iki ucunu işaret eden "ağızlar" tarafından işaret ediliyordu. Halka, trakea ve özafagusu çevreliyordu, ancak her iki yapı da görünen herhangi bir engelleme olmadan belirgindi.

Yorumlar

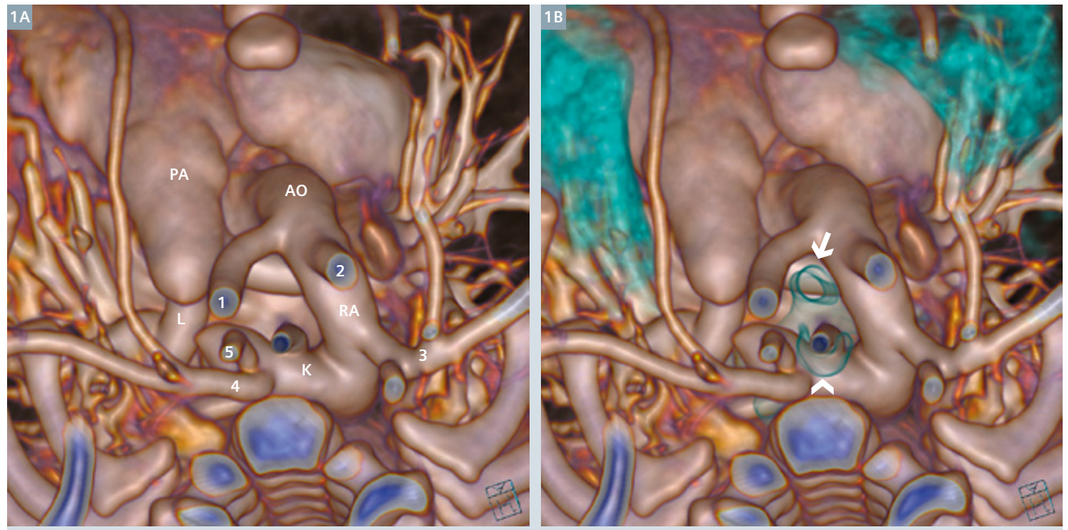
Vasküler halkalar için geleneksel görüntüleme, fluoroskopik özofagramdır ve burada baryum sütunundaki normal dışı indentasyonlar sıkışan vasküler yapılara işaret eder. Günümüzde, hava yollarını ve vasküler yapıları doğrudan değerlendirmek için tercih edilen görüntüleme testi, BT anjiyografisi. Flash modunu kullanarak, bir infant göğüs CTA'sı için tarama süresi yarım saniyeden kısa sürüyor ve bu da nefes tutmayı gereksiz kılıyor. Tamamen gerekli olmasa bile, sedasyonun kullanılması, intravenöz kateter ponksiyonundan ve kontrast enjeksiyonundan doğan rahatsızlığı hafifletmeye yardımcı olabiliyor ve tarama sırasında hastayı immobilize etmeye yardımcı oluyor. Trakeayı sıkıştıran vasküler halkalar birkaç farklı şekilde olabiliyor. En çok sıkıştıranı, bir çift aortik ark.

Bu durumda, bir sağ ark ve Kommerel'in bir divertikulumunun oluşturduğu vasküler halka tipik olarak daha gevşek oluyor ve tedavi gerektirmeyebiliyor. Bu hastadaki semptomların şiddeti nihai olarak sol subklaviyen arteri ve sol vertebral arteri sol ortak karotid artere yer değiştirmek ve divertikulumu almak için ligamentım arteriosumu cerrahi olarak bölme kararına yol açtı.

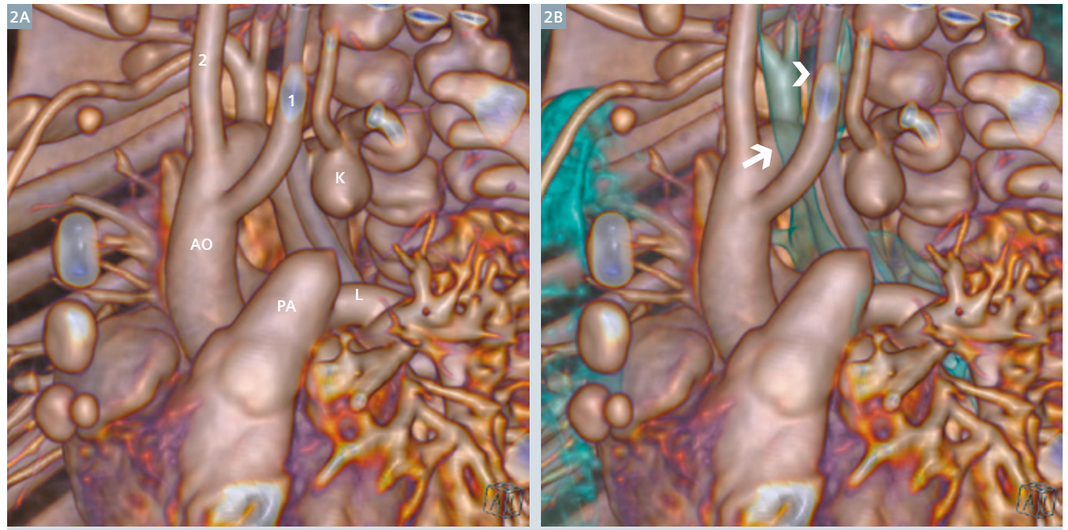
İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Definition Flash
Tarama alanı	Toraks
Tarama mesafesi	82 mm
Tarama yönü	Kranyo-kaudal
Tarama süresi	0,2 s
Tüp voltajı	70 kV
Tüp akımı	70 mAs
Doz modülasyonu	CARE Dose4D
$CTDI_{vol}$	0,68 mGy
DLP	10 mGy cm
Efektif doz	0,94 mSv
Rotasyon süresi	0,28 s
Pitch	3
Kesit kolimasyonu	128 × 0,6 mm
Kesit genişliği	1 mm
Rekonstrüksiyon artışı	0,5 mm
Rekonstrüksiyon kernel	B26f
Kalp atım hızı	NA
Kontrast	350 mg / mL
Hacim	15 mL (60%) + 10 mL saline
Akış hızı	1 mL/s
Başlangıç gecikmesi	Bolus takibi

Siemens müşterilerinin ifadeleri, kendilerine özgü ortamlarında elde ettikleri sonuçlara dayalıdır. "Tipik" bir hastane olamayacağı ve pek çok değişken bulunacağı için (örneğin hastanenin boyutu, vaka karışımı, BT benimseme oranı), diğer müşterilerin de aynı sonuçları sağlayacağı garanti edilemez.



1 Üstten görüntülenen üst göğsün (Şekil 1A) ve hava yollarının (Şekil 1B) hacimsel gösterim görüntüleri. Trakea (ok) ve özofagus (ok ucu) çevresinde bir halka oluşturuluyor. Özofagus içerisinde bir besleme tüpü bulunuyor. Halkanın anterior sınırı, pulmoner gövdeden (PA), sağ pulmoner arterden (gizli) ve çıkan aorttan (AO) oluşuyor. Sağ sınır sağ taraflı aortik ark (RA)'dan, posterior sınır Kommerell'in divertükülünden (K) oluşuyor ancak iki ucu, pulmoner gövde ve Kommerell'in divertikulumundan gelen "ağızlarla" işaretleniyor. Boyuna giden branş arterler, sol ortak karotid arter (1), sağ ortak karotid arter (2), sağ subklaviyen arter (3), sol subklaviyen arter (4) ve sol vertebral arter (5).



2 Sol anterior pozisyondan görüntülenen üst göğsün hacimsel görüntüleri, vasküler yapıları (Şekil 2A) ve hava yollarını (Şekil 2B) gösteriyor. Trakea (ok) ve özofagus (ok ucu), Şekil 1'de açıklanan çeşitli vasküler yapılarla çevrelenmiş. İşaretler, Şekil 1'dekiyle aynı. Görülmeyen ligamentun arteriyozuma, pulmoner gövdeden (PA) ve Kommerell'in (K) divertikulumundan gelen iki "ağız" işaret ediyor.

LiverLab ile demir kantifikasyonu

Stephan Kannengiesser, Ph.D.

Siemens Healthineers, MR Onkoloji Uygulamaları, Erlangen, Almanya

LiverLab içerisinde bulunan Çoklu eko Dixon VIBE, transversal gevşeme etkisi için düzeltilen karaciğer yağı fraksiyonu değerleri sağlıyor. Bunu yaparak, ayı zamanda bundan böyle T2C* olarak anılacak olan yağ sinyali etkileri için düzeltilen transversal gevşeme süresi T2'nin eşzamanlı bir tahminini de sağlıyor. Bu tahminin resiprokal değeri, yağ düzeltilmiş R2c* = 1/T2c*, karaciğer demir konsantrasyonunu (LIC) değerlendirmek için sınırlar içerisinde kullanılabiliyor. Bu yazıda, bunu yapabilmek için bazı kılavuz bilgiler sunuyoruz.

MR karaciğer demir kantifikasyonu

Karaciğer demir içeriği, önemli bir klinik biyomarker. Bu, aralarında hâlâ altın standart sayılan ancak hasta için zararlı olma potansiyeli barındıran ve büyük bir örnekleme değişkenliğinden mustarip olan biyopsinin de bulunduğu çeşitli yöntemlerle değerlendirilebiliyor. Ayrıca SQUID cihazlarıyla ölçülen biyo-manyetik duyarlılığı kullanmak da mümkün ama buna nadiren rastlanıyor.

Alternatif olarak, demirin MR sinyali üzerindeki etkisi de kullanılabiliyor. Bu tür tekniklerden biri, biyopsiye karşı kalibre edilen spin-eko görüntülerinden transvers gevşeme oranı R2 = 1/T2'yi kullanıyor; bu uygulama, yasal onaylar alınarak ticari bir ürüne dönüştürüldü: FerriScan (Resonance Health, Claremont, WA, Avustralya). Yayınlanmış daha büyük bir diğer grup teknik, yine biyopsiye karşı kalibre edilmiş 2D gradyan-eko görüntülerinden R2* = 1/T2* transvers gevşeme oranını kullanıyor [2-5]. Ne yazık ki bu kalibrasyonlar, çok olmasa da değişiklik gösteriyor. Bu değişkenliklerin potansiyel nedenleri, referans histoloji prosedüründeki [6] ve aynı zamanda da veri edinimindeki ve en önemlisi de R2* değerlendirme prosedürlerindeki ve gürültüyü ele alma biçimleriyle ilgili farklılıklar. Bazı teknikler, model parametresi olarak sabit bir gürültü karşılığı kullanıyor, diğerleri ise ölçülen bir gürültü seviyesini çıkartıyor veya kullanılan ekoların sayısını azaltıyor. Neyse ki farklı kalibrasyonlara rağmen farklı teknikler karşılaştırılabilir LIC değerleri sağlıyor [7]. Ancak, daha önce yayınlanmış yöntemler, yağ sinyali etkilerini dikkate almıyor.

R2c'nin* gerçekten kantitatif olması için, veri yerleştirme prosedürünün, kafa karıştırıcı etkiler, özellikle de yağdan kaynaklanan görüntü gürültü ve sinyal modülasyonları açısından düzetilmesi gerekiyor [8]. Yağ sinyalini dikkate almanın bir dezavantajı, yağ ve suyun hatalı olarak yer değiştirmesinin sadece yağ fraksiyonunun tahmininde hatalara yol açması değil (bu durumda su fraksiyonu eksi bire eşit değildir), aynı zamanda da R2c'nin* kafa karıştırıcı bir tahminine yol açması. Dikkate alınması gereken önemli bir ek etki de karaciğer R2* ölçeklerinin alan mukavemetiyle neredeyse lineer olması [9, 10].

Çoklu eko Dixon VIBE'dan R2*

[11]'deki çoklu adımlı adaptif yerleştirme yaklaşımı orijinal olarak yağ kantifikasyonu için geliştirilmişti ve sinyal modeli de R2*'nin yanı sıra su ve yağ için koşullar içeriyor; iç yerleştirme adımı büyüklük verilerini kullanıyor; daha sonraki eko görüntülerinin hâlâ yeterli sinyal-gürültü oranına (SNR) sahip olmaları için uygun protokollerin kullanılması gerekiyor.

Protokol tasarımı

Genel olarak, R2* tahmini için ölçüm protokolleri, hızlı sinyal azalmasını yakalamak için mümkün olduğunca kısa eko sürelerine ihtiyaç duyuyor [5]. Diğer yandan, çoklu eko Dixon VIBE'daki ilk su/yağ ayırma adımı, en iyi ilk iki eko süresi karşılıklı veya yakınsa ve faz içindeyse çalışıyor. 3T'de, bu iki gereklilik çelişki içerisinde değil (ilk karşı faz eko süresi 1,23 ms) ancak 1.5T'de eko süreleri neredeyse karşılıklı ve faz içi tercih ediliyor. Gürültü yanlılığını azaltmak için, edinimin SNR'sinin mümkün olduğunca yüksek olması gerekiyor, bu nedenle daha küçük görüntü matrisleri ve makul paralel görüntüleme (iPAT) hızlandırma faktörleri yardımcı oluyor. Asimetrik veri ediniminden kaçınılması gerekiyor [12]. En son olarak da eğer R2* çok yüksekse daha sonraki ekolarda gürültü her zaman baskın olacağından, standart sayı olan 6 eko yerine sadece 4 kullanmak avantajlı olabiliyor. Önerilen protokoller Tablo 1'de listelenmektedir.

	1.5T	3T
TE [ms]	1.1, 2.2, 3.3, 4.4 (5.5, 9.5)[1]	min, tip. 1.1, 2.2, 3.3, ...
Matris	160	
Bant genişliği [Hz/pixel]	minimum ilk TE için tip. 1100	
Döndürme açısı [°]	6[2]	5[2]
TR [ms]	min, tip. 11	
Asimetrik eko	kapalı	
Kısmi Fourier	kapalı	
Paralel görüntüleme	CAIPIRINHA x3 (abdomen ön ayarı: PE x1, 3D x3yeniden sıralama kayması 2)	

Tablo 1: Çoklu eko Dixon VIBE ile demir tahmini için önerilen protokol değerleri.

[1] Çok yüksek R2*'de, daha sonraki ekoları dahil etmemek gürültü yanlılığını önlemeye yardımcı olacaktır.
[2] TR'ye bağlı olarak. Daha yüksek döndürme açıları SNR'yi iyileştirecek ancak yağ fraksiyonu değerlerinde bir T1 yanlılığı ortaya koyacaktır.

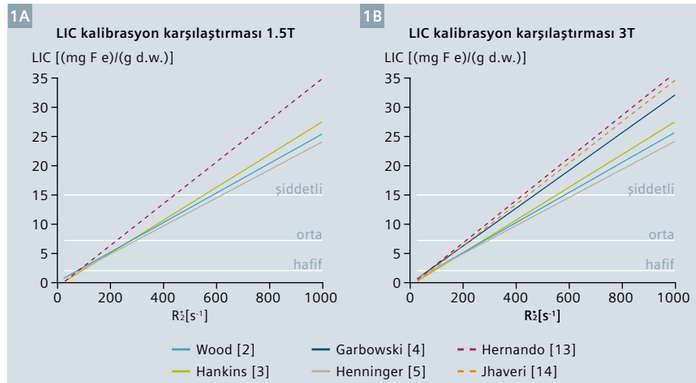
Veri yorumlaması

Herhangi bir görüntüleme yazılımı kullanarak bir ilgi bölgesi aracılığıyla (ROI) ilgili parametre haritalarından bir ortalama R2c* ölçülebiliyor. Çoklu eko Dixon VIBE'da, bir gri ton birim, DICOM görüntü yorumunda da belirtildiği gibi 1 S-1'e denk geliyor. Daha sonra bu değer istenen demir kalibrasyonu dönüştürme faktörüyle çarpılabiliyor (aşağıya bakınız). Karaciğer demir aşırı yüklemesinin uzamsal heterojenliğini değerlendirmek veya sonuçların ortalamasını almak için farklı katmanlardaki birçok ROI kullanılabiliyor. LiverLab'da yer alan satır içi karaciğer segmentasyonu başarılı olduğu sürece, tüm karaciğer boyunca ortalama R2* de kullanılabiliyor, ancak karaciğer içerisindeki parenkim olmayan yapıların, örn. büyük damarların, otomatik olarak hariç tutulmadığına da dikkat edilmesi gerekiyor.

Demir kalibrasyonu

Şu ana kadar, biyopsiyle karşılaştırılmış yağ düzeltilmiş R2c* için herhangi bir doğrudan demir kalibrasyonu yayınlanmış bulunmuyor. Ancak, FerriScan'den R2c* ve LIV arasındaki ilk karşılaştırmalar benzer sonuçlara varıyor [13, 14]. Şekil 1, bazı demir kalibrasyon eğrilerini listeliyor.

Büyütülmüş görüntülerdeki gürültü yanlılığı genel olarak R2*'nin düşük tahmin edilmesine neden oluyor ve artırılmış kalibrasyon faktörü gerektiriyor. Gürültü seviyesine dayalı olarak T2*, tipik olarak -1ms olan ilk TE'ye iki kere yaklaştığında bu etki görülüyor. Bu nedenle, 500 S-1'in üzerindeki R2* değerlerinin düşük tahmin edildiğinin varsayılması gerekiyor; bu, şu anda aşırı demir yüklemesinin LiverLab kullanılarak 3T'de güvenilir bir şekilde tespit edilemeyeceği anlamına geliyor. Ancak, protokol sabit tutulduğu, hasta ve alıcı bobinlerin ayarları karşılaştırılabilir olduğu ve kontrol muayenelerini mümkün kılacak şekilde yağ/su geçişi olmadığı sürece R2* tahminlerinin -1000 S-1'e kadar yeniden üretilebilir olduğu varsayılabiliyor.



1 Mevcut demir kalibrasyonları. **(1A)** 1.5T; düz çizgiler biyopsi sonuçlarına karşı kalibre ediliyor, parçalı çizgiler FerriScan'e karşı kalibre ediliyor **(1B)** 3T; biyopsi tabanlı kalibrasyonlar bulunmuyor; Hernando [8] hariç olmak üzere sonuçlar, [9] kullanılarak 1.5T'den projekte edildi.

	1.5T	3T[3]
hafif (LIC ≥ 2 mg/g Fe_{dw})	65 s^{-1}	115 s^{-1}
orta (LIC ≥ 7 mg/g Fe_{dw})	215 s^{-1}	400 s^{-1}
şiddetli (LIC ≥ 15 mg/g Fe_{dw})	440 s^{-1}	n/a

Bu tablodaki değerler mevcut araştırmaların kesin olmayan ön projeksiyonlarıdır ve LiverLab'de mevcut uygulama sınırları dikkate alınarak R2'nin* bazı düşük tahminlerini dikkate almaktadır.

Sonuçlar, protokol ayarlarına ve görüntü SNR'sine dayalı olarak ve algoritmadaki gelecekteki değişikliklere dayalı olarak değişiklik gösterecektir.

Veri yorumlaması ve tanısal sonuçlar sadece kullanıcının sorumluluğundadır.

Tablo 2: Farklı karaciğerde aşırı demir yüklemesi dereceleri için çoklu eko Dixon VIBE'dan kesin olmayan $R2_c$* kesme değerleri.

[3] 3T değerleri [9] kullanılarak 1.5 T değerlerinden projekte edilmiştir.

1.5T için örnek hesaplama

$R2_c^* = 200\ s^{-1}$

→ LIC = 0,032 · 200 mg/g Fe_{dw}
= 6,4 mg/g Fe_{dw}

Bilginin mevcut durumunu özetlemeye çalışarak ve bireysel orijinal tekniklerin R2'yi* fazla veya düşük tahmin etme eğilimlerini de dikkate alarak, R2c'yi*, S-1 birimindeki çoklu eko Dixon VIBE'dan 1.5T'de mg/g kuru ağırlık (dw) biriminde LIC'e dönüştürmek için kesin olmayan bir çalışma değeri örn. yaklaşık 0,032 mg/g Fedw/s-1 gibi görünüyor.

Çoğu demir kalibrasyonları, orantısallık faktörünün yanı sıra bazı kalibrasyonlar için pozitif ve bazıları için de negatif olan, mg/g Fedw cinsinden bir dengeleme barındırıyor.

Ancak, şimdilik, LiverLab kullanılarak hesaplanan LIC değerlerinin her zaman deneyimli bir kullanıcı tarafından özenle yorumlanması gerekiyor.

Daha başka kanıtlar bulunmadığından, bu dengelemeyi, simülasyonların da destekliyor gibi göründüğü sıfır olarak varsaymayı öneriyoruz [15]. [9]'da rapor edildiği gibi alan mukavemeti bağımlılığını ve Siemens MR tarayıcıların tipik Larmor frekans değerlerini kullanarak, bu, 3T'de yaklaşık 0,017 mg/g Fedw/s-1'lik bir dönüştürme faktörü anlamına geliyor. Tablo 2, yüksek R2* değerlerine yönelik bir varsayılmış düşük tahmini dikkate alan değerleri özetliyor.

Bireysel ekoların çevrimdışı işlenmesi

Çoklu eko Dixon VIBE, parametre haritalarına ek olarak demir kalibrasyonlarının bireysel ekolarını da dışa aktarmaya izin veriyor. Zor vakalarda veya bir harici çapraz kalibrasyon istendiğinde, bunlar özel yazılımla manuel olarak işlenebiliyor, örneğin [16]'ya bakınız. Benzer şekilde, mevcut demir kalibrasyonlarının veri edinim protokolleri (örn. 3) ya da [17]de açıklanan sinyal-yoğunluk oranı yöntemi, 2D GRE sekansı kullanılarak kolayca yeniden üretilebiliyor. Sonuçlar ise uygun post-processing kullanıldığı sürece LiverLab'inkilerle karşılaştırılabilir oluyor.

Sonuç ve genel bakış

LiverLab'ın çoklu eko Dixon VIBE'ının orijinal olarak karaciğer yağı değerlendirmesi için tasarlanmış olmasına rağmen, R2c* değerleri, sınırlamalar içerisinde karaciğer demir konsantrasyonunu tahmin etmeye izin veriyor.

Çoklu eko Dixon VIBE'ı gelecekteki bir yazılım sürümünde düzgün kalibre edilmiş demir kantifikasyonuna genişletmek için devam etmekte olan araştırmalar ve ön geliştirme faaliyetleri bulunuyor. LiverLab'ın tüm kullanıcılarını, mevcut ürün versiyonunu kullanmaya ilişkin deneyimlerini paylaşmaları için teşvik etmek istiyoruz.

Referanslar

1 St Pierre TG, Clark PR, Chua-anusorn W, et al. Noninvasive measurement and imaging of liver iron concentrations using proton magnetic resonance. Blood 2005;105:855-861.

2 Wood JC, Enriquez C, Ghugre N, et al. MRI R2 and R2* mapping accurately estimates hepatic iron concentration in transfusion-dependent thalassemia and sickle cell disease patients. Blood 2005;106:1460-1465.

3 Hankins JS, McCarville MB, Loeffler RB, et al. R2* magnetic resonance imaging of the liver in patients with iron overload. Blood 2009;113:4853-4855.

4 Garbowski MW, Carpenter JP, Smith G, et al. Biopsy-based calibration of T2* magnetic resonance for estimation of liver iron concentration and comparison with R2 Ferriscan. J Cardiovasc Magn Reson 2014;16:40-50.

5 Henninger B, Zoller H, Rauch s, et al. R2* relaxometry for the quantification of hepatic iron overload: Biopsy-based calibration and comparison with the literature. RöFo 2015;187:472-479.

6 Butensky E, Fischer R, Hudes M, et al. Variability in hepatic iron concentration in percutaneous needle biopsy specimens from patients with transfusional hemosiderosis. Am J Clin Pathol 2005;123:146-152.

7 Meloni A, Rienhoff HY, Jones A, et al. The use of appropriate calibration curves corrects for systematic differences in liver R2* values measured using different software packages. Br J Haematol 2013.

8 Hernando D, Levin YS, Sirlin CB, et al. Quantification of liver iron with MRI: state of the art and remaining challenges. J Magn Reson Imaging 2014;40:1003-1021.

9 Storey P, Thompson AA, Carqueville CL, et al. R2* imaging of transfusional iron burden at 3T and comparison with 1.5T. J Magn Reson Imaging 2007;25:540-547.

10 Meloni A, Positano V, Keilberg P, et al. Feasibility, reproducibility, and reliability for the T2* iron evaluation at 3T in comparison with 1.5T. Magn Reson Med 2012;68:543-551.

11 Zhong X, Nickel MD, Kannengiesser S, et al. Liver fat quantification using a multi-step adaptive fitting approach with multi-echo GRE imaging. Magn Reson Med 2014;72:1353-1365.

12 Storey P, Liu YW, and Novikov DS. Artifact-free T2* mapping without post hoc corrections. Proc ISMRM 2015;23:442.

13 Hernando D, Quazi N, and Reeder SB. Calibration of confounder-corrected R2* for liver iron quantification at 1.5T and 3T: preliminary results. Proc ISMRM 2013;21:4194.

14 Jhaveri K, Kannengiesser S, Sadougi N, et al. A prospective study comparing R2* derived liver iron concentration (LIC) with noise-corrected post processing of data against FerriScan reported LIC in patients with liver iron overload. Proc ISMRM 2016;24:3854.

15 Ghugre NR, Doyle EK, Storey P, et al. Relaxivity-iron calibration in hepatic iron overload: Predictions of a Monte Carlo model. Magn Reson Med 2015;74:879-883.

16 Fernandes JL, and Kalaf JM. Increasing productivity in myocardial and liver T2* acquisition and analysis. MAGNETOM Flash 2015;1:28-32 (www.ironcalculator.com).

17 Gandon Y, Olivié D, Guyader D, et al. Non-invasive assessment of hepatic iron stores by MRI. Lancet 2004; 363:357-362 (www.ironbymr.fr).

İletişim

Stephan Kannengiesser
Siemens Healthcare GmbH
MR PI TIO ONCO
Postbox 32 60
91050 Erlangen
Almanya
Telefon: +49 (1525) 4689516
stephan.kannengiesser@siemens.com

SIEMENS Healthineers

İstanbul'da hizmetinizde

Siemens'ten Türkiye'de bir ilk!

Tüm Vücut MR PET Biograph mMR cihazı

siemens.com/mMR

Siemens, teknoloji harikası 3T MRI ile entegre moleküler görüntüleme sistemlerini Türkiye'ye gururla sunar.
Biograph mMR, hasta görüntüleme, teşhis, tedavi ve takip yöntemlerinizi yeniden tanımlayacak olan, klinik kullanımda eş zamanlı MR ve PET imkanı sağlayan bu çığır açan sistem, şimdi Siemens ile hizmetinizde.

Biograph mMR; olağanüstü nitelikte görüntüler alma potansiyeli ile yeni araştırma alanları açarak ve sıradışı klinik uygulamalara imkân vererek tanısal görüntüleme vizyonumuzu genişletecek, sağlık hizmeti sunma yöntemlerini yeni baştan yazacak. Siz ilk olarak ne yapacaksınız?

SIEMENS Healthineers

siemens.com/prime-proof

PRIME Teknolojili Mammomat Inspiration ile dozu azaltın

Düşük dozlu mamografide referans noktası

Dijital mamografide saçılan radyasyonu ortadan kaldıran ilk yazılım algoritmasıyla düşük dozda kaliteli görüntüler elde edin.

- PRIME Teknolojisi sayesinde %30'a varan oranda daha düşük doz[1] ve mükemmel görüntü kalitesi
- Üstün konfor ve hasta rahatlığı – hastalarınıza kolay bir tetkik garantisi verin

Kanıtı internette:
www.siemens.com/prime-proof

[1] Meme yoğunluğuna bağlı olarak, Mammomat Inspiration ile yapılan grid-bazlı çekimlere kıyasla.