

İnovasyon

Radyoloji Özel Sayısı

Kasım 2014

www.siemens.com.tr/inovasyon

SIEMENS

Bilgisayarlı
tomografide
görüntü kalitesi

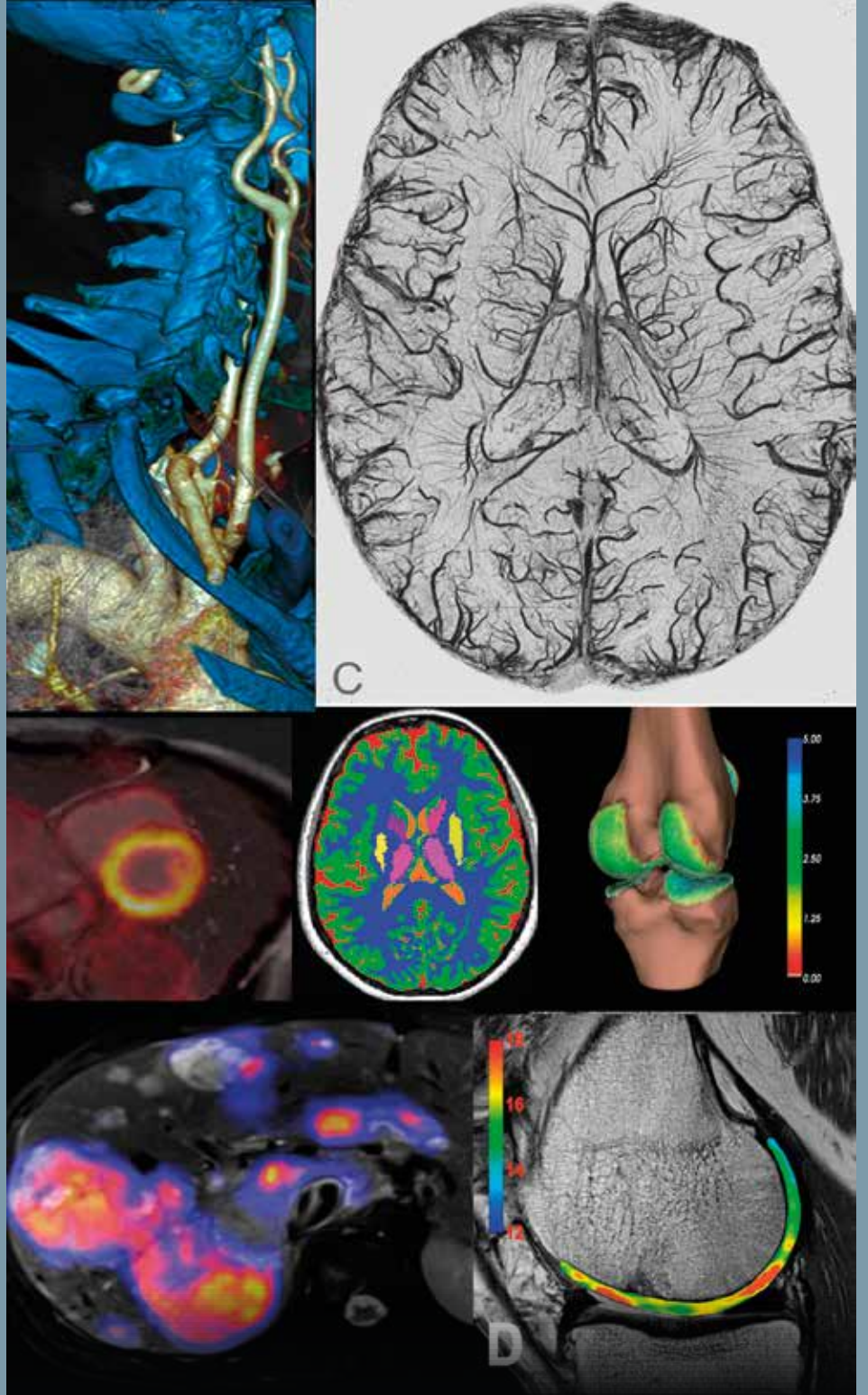
Sayfa 4

“Gelecek, hibrit
görüntüleme”

Sayfa 10

Otizm hastaları
için ileri düzey
MR difüzyon ve
spektroskopi

Sayfa 26



SIEMENS



QR kodu
okutun.

www.siemens.com/quiet-suite

Quiet Suite

Duymak değil, görmek için görüntüleme

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

Sonuçları değil, sebebi irdelemek

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

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

Farkı duyun, sonuçları karşılaştırın

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

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

² Yayınlanmış veriler; sonuçlar değişiklik gösterebilir.

Answers for life.



Sevgili dostlarımız,

Sevgili Dostlarımız,

Sizlerin de elbette çok iyi bildiği gibi, sağlık sektöründe çalışmak, beraberinde gelen zorlukların ve ağır sorumlulukların ötesinde, çoğu zaman kelimelerle tarif edilemez duygular da yaratıyor. Son tahlilde, insana doğrudan hizmet eden bir alanda çalışıyor, bütün enerjinizi insan sağlığına ve iyiliğine adıyorsunuz. Bunun için size her zaman minnettarız.

Biz de Siemens Sağlık olarak işinizi kolaylaştırmak, teşhislerinizi daha da kesin hale getirmek, hastalarınızın konforunu artırmak üzere geliştirdiğimiz yenilikçi tıbbi teknolojilerimiz ve akıllı yazılım çözümlerimizle 160 yılı aşkın bir süredir size destek olmaya çalışıyor, teknoloji ve inovasyon deneyimimizi insan sağlığının hizmetine sunmanın gururunu yaşıyoruz. Siz değerli hekimlerimiz ile Siemens Sağlık ürün ve çözümlerinin iyi bir ekip oluşturduğuna inanıyoruz.

Değerli Hekimlerimiz,

Radyoloji alanında ülkemizin en büyük etkinliği olan Ulusal Radyoloji Kongresi bu yıl 35. kez gerçekleşiyor. Biz de geniş ürün portföyümüz, yeni çözümlerimiz, uzman ekibimiz ve elbette elinizde bulunan dergimiz *İnovasyon* ile yine sizin yanınızdayız. TürkRad2014'teki sloganımız, Siemens'in sağlık sektörüne bakışını yansıtıyor – Radyolojideki Eviniz: Güvenli ve Rahat. Gerçekten de uzun yıllardır, sağlık sektöründeki zorluklara

karşı sizinle birlikte mücadele ediyor, gerek cihaz başındaki hekimlerimize gerekse hastalara en iyi hizmeti vermek için çalışıyoruz. Siemens'e duyduğunuz güven, bu çalışmalarımızın başarısını kanıtlıyor.

Sağlık hizmetleri hiç kuşkusuz dünyanın her noktasında çok önemli. Ama biz özellikle gelişmekte olan ülkeleri vurgulamak istiyoruz, çünkü sağlığın toplum refahı ve gelişmişlik düzeyi üzerindeki etkisini çok iyi biliyoruz. Yeni nesil sağlık hizmetlerinde öncü bir şirket olarak, gelişmekte olan ülkelerde yaklaşık 1 milyar kişiye Siemens görüntüleme sistemleri çözümleriyle hizmet veriyor, sizin aracılığıyla hayatlarında bir fark yaratıyoruz.

Dünya Sağlık Örgütü'nün 2011 verilerine göre, toplam ölümlerin yaklaşık yüzde 30'u kardiyovasküler hastalıklardan, yüzde 15'i çeşitli kanser türlerinden, yüzde 15'i de bulaşıcı hastalıklardan kaynaklanıyor. Siemens'in görüntüleme cihazlarından testlere kadar pek çok farklı ürün ve çözümü içeren portföyü, bu ölümcül hastalıkların erken teşhisinde çok önemli rol oynuyor. Sizi, standımıza uğrayarak portföyümüzü ve yeniliklerimizi daha yakından tanımaya davet ediyoruz.

Bildiğiniz gibi, düşük dozla kullanım olanağı sunan görüntüleme cihazlarının dünya çapında yaygınlaşması için ciddi bir çaba harcıyoruz. Özellikle radyasyon temelli alanlarda ve pediatriye düşük

doza öncelik veriyoruz. Bu konuda kaydettiğimiz gelişmeleri, standımızdaki Siemens uzmanlarından öğrenebilirsiniz. Ayrıca Kongre'de Artis One anjiyografi sistemi, Mammomat ailesinin iki yeni üyesi olan Mammomat Select ve Mammomat Fusion, *syngo.via* yazılımımızın VA30 versiyonu, *eSiImage™* Multiparametric Optimization gibi çözümlerimiz hakkında da detaylı bilgi alabilirsiniz.

"Radyolojideki Eviniz" Siemens, TürkRad2014'te de kapılarını size açıyor. Görüşmek dileğiyle...

Saygılarımızla,

Şevket On
Siemens Sağlık Türkiye



10

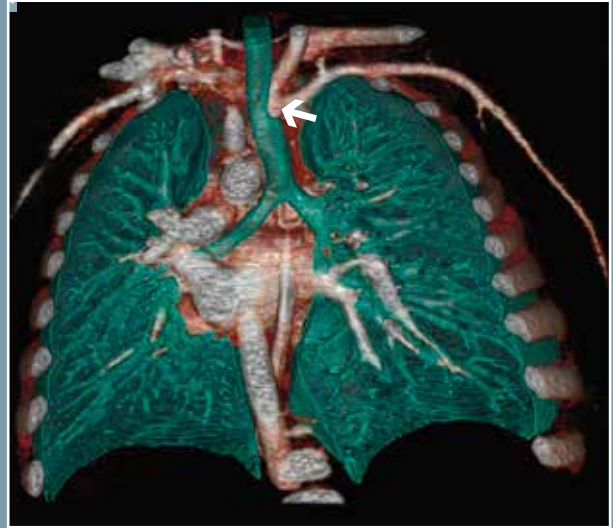
"Gelecek, hibrit görüntülemede..."



18

Cios Alpha: Kalp cerrahisinde flat dedektörlü, mobil C-kollu görüntüleme

- 4 Bilgisayarlı tomografide görüntü kalitesi
- 8 Müsinöz rektal adenokarsinom tanı ve evlendirmesinde difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin rolü
- 10 "Gelecek, hibrit görüntülemede..."
- 15 Siemens'in yeni ultrason sistemi, kapakçık prosedürleri sırasında kan akışının tamamını görselleştiriyor
- 16 "MIYABI anjiyo BT ile hasta hacmimizi %20 oranında artırdık"
- 18 Cios Alpha: Kalp cerrahisinde flat dedektörlü, mobil C-kollu görüntüleme
- 23 Siemens ALPHA teknolojisi insan anatomisini tanımlıyor ve yorumluyor
- 24 Adenozin-stres dinamik miyokardiyal BT perfüzyonu kullanılarak miyokardiyal iskemi değerlendirilmesi
- 26 Otizm hastaları için ileri düzey MR difüzyon ve spektroskopi
- 32 EQ•PET: farklı teknolojiler ile NEMA referanslı SUV değerlerinin elde edilmesi
- 42 11 yaşındaki hastada hareketli gantrili BT kullanılarak dalak rüptürü teşhisi
- 44 10 haftalık bebekte sedasyonsuz trakeal stenoz teşhisi
- 46 TAKE (transarteriyel kemoembolizasyon) MIYABI anjiyo - BT destekli
- 48 MR görüntü bindirme tekniği kullanılarak serebral anevrizma tedavisi - syngo DynaCT, syngo InSpace 3D/3D Füzyon ve syngo iPilot Destekli
- 50 Yüksek ve düşük dereceli gliomlu hastalarda amid proton transferli MR görüntüleme



44

10 haftalık bebekte sedasyonsuz trakeal stenoz teşhisi

İnovasyon

Dergi Yönetim Yeri: Yakacık Yolu No: 111 34870 Kartal-İstanbul **Telefon:** 444 0 633 **Faks:** 0216 459 20 31 **e-posta:** saglikinfo.tr@siemens.com

Yönetim: Siemens Sanayi ve Ticaret A.Ş. Adına Sahibi Celal Savaş

Genel Yayın Direktörü (Sorumlu): Şevket On **Yayın Editörü:** Doç. Dr. Mehmet Ertürk **Yayın Türü:** Yerel-sürel-i-iki ayda bir

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

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

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

Değerli meslektaşlarım,

Siemens *İnovasyon*'un yeni bir sayısında yine beraberiz. Bu sayıyı Türk Radyoloji Derneği'nin düzenlediği 35. Radyoloji Kongresi olan TürkRad 2014'e yetiştirmeye çalıştık. TürkRad kongreleri zengin bilimsel içerikleri, sunulan sözlü bildiri ve posterler, dünyanın dört bir yanından gelen donanımlı konuşmacıları ile Türkiye'de düzenlenen medikal kongreler içerisinde çok ayrıcalıklı bir yere sahip. Bu durumun bu şekilde devam edeceğimize inancımız sonsuz.

Özellikle ülkemizde radyolojinin diğer tıp disiplinleri arasındaki özel ve ayrıcalıklı yeri ile ilgili olarak birçok gösterge var aslında. Bunların içerisinde en önemli olanlardan biri de derneğimizin yayımladığı *Diagnostic and Interventional Radiology* dergisinin 1,427'ye ulaşan impact faktörü. Dergimiz şu anda Türkiye'de yayınlanan ve SCI ya da SCI-expanded kapsamındaki medikal dergiler içerisinde birinci konumda. Tüm bilimsel dergiler (doğa bilimleri vb.) göz önüne alındığında ise ikinci sırada ve birinci ile arasındaki farkı her geçen sene kapatmakta. Bu konuda, başta dergi baş editörü Prof. Dr. Nevzat Karabulut olmak üzere, emeği geçen herkese, bir Türk radyoloğu olarak teşekkür etmek isterim. *Diagnostic and Interventional Radiology*'nin başarısı hepimizin göğsünü kabartacak cinsten.

TürkRad 2014, her sene olduğu gibi bu sene de bir dizi önemli fonksiyonu üstlenecek. Özellikle genç

meslektaşlarımızın katılabilecekleri ve tecrübeli hocalarından dinleyebilecekleri dersleri içeren zengin bir program var. Bu programı hazırlayan Prof. Dr. Tamer Kaya gerçekten de çok iyi iş çıkarttı. Bir önceki kongrenin Bilimsel Komite Başkanı olarak ben de kendisine yardım etmeye çalıştım ama Tamer Hoca'mız neredeyse tek kişilik bir ordu gibi çalışarak programı son haline getirdi. Kendisine buradan da "Ellerine sağlık, Tamer Ağabey," demek isterim.

Kongrede ayrıca sözlü ve poster bildiriler var. Bu oturumların da özellikle akademik çalışan ya da çalışmak isteyen meslektaşlarımız için çok ilgi çekici olacağını düşünüyorum. Endüstrinin kuracağı standlarda ise radyoloji teknolojisinin geldiği son noktayı hep beraber görme olanağı bulacağız. Bu sene bir dizi yenilik ile karşılaşacağımıza eminim. *İnovasyon*'da bugüne kadar yayınladığımız yazılarda yer alan konular ile ilgili daha fazla bilgi edinebileceğiniz bir ortam, her sene olduğu gibi, bu sene de TürkRad bünyesindeki sergi alanında hazırlanmış olacak. Elbette meslektaşlar ile bir araya gelmenin keyfinden söz etmemiz gerek. Bir senedir görmediğimiz dostlarımızı kongre esnasında göreceğiz, yeni dostluklar kurabileceğiz.

İnovasyon'un bu sayısında yer alan birbirinden değerli yazılar içerisinde özellikle Almanya'dan Dr. Sotirios Bisdas ile yaptığımız röportajı okumanızı tavsiye ederim. Dr. Bisdas MR-PET konusunda



uzman olan radyolog bir meslektaşımız. Radyolojideki paradigmanın önümüzdeki yıllarda ne yönde gelişebileceği konusunda önemli ipuçları, onunla yapılan röportaj içerisinde yer alıyor. Özellikle moleküler görüntüleme paradigması üzerinde radyologların çok daha fazla yoğunlaşmaları gerektiğini düşünüyorum.

Değerli Meslektaşlarım,

İnovasyon dergisi ile ilgili görüşlerinizi smerturk@gmail.com adresini kullanarak doğrudan bana iletebilirsiniz. Önümüzdeki sayılarda daha interaktif bir ortam yaratmayı planlıyoruz. Bu anlamda siz sevgili meslektaşlarımızın katkılarını bekliyorum.

Her yazıda olduğu gibi, bu yazının sonunda da söylemek isterim ki radyoloji tıbbın gören gözü olmaya devam edecek.

Dr. Mehmet Ertürk
Yayın Editörü

Bilgisayarlı tomografide görüntü kalitesi

Artefaktlar

Stefan Ulzheimer, PhD ve Rainer Raupach, PhD

Bilgisayarlı Tomografi, Siemens Sağlık Sektörü, Forchheim, Almanya

Bu çalışmada, BT görüntülerinde en sık rastlanan artefaktlar, bunların oluşma nedenleri ve muhtemel düzeltme yöntemleri üzerinde durulmaktadır.

“Artefakt” terimi aslen, “hünerle üretilmiş eser” anlamına gelen Latince “arte factum” ifadesinden geliyor. Radyolojide ise “arte fakt”, görüntüde istenmeyen, yapay olarak üretilen, gerçekte mevcut olmayan ve bu nedenle hastanın gerçek anatomisi veya patolojisini temsil etmeyen yapıları ifade ediyor.

BT görüntülerindeki artefaktlar, genelde hatalı verilerden veya ölçülen projeksiyon verilerinin çeşitli fiziksel olgular nedeniyle hatalı yorumlanmasından kaynaklanıyor. BT

görüntüleri, genelde filtrelenmiş geri projeksiyon yöntemiyle elde edildiği [1] için artefaktlar, geleneksel radyografide sıkça görüldüğü üzere sadece kaynak lokasyonda oluşmakla kalmayıp, aynı zamanda tüm görüntüyü etkileyebiliyor. Örneğin, ince metalik bir tel, kaynağından dışarı doğru yayılan çizgili artefaktlara neden oluyor, aynı zamanda çevresindeki daha geniş bir alanı da olumsuz bir şekilde etkiliyor.

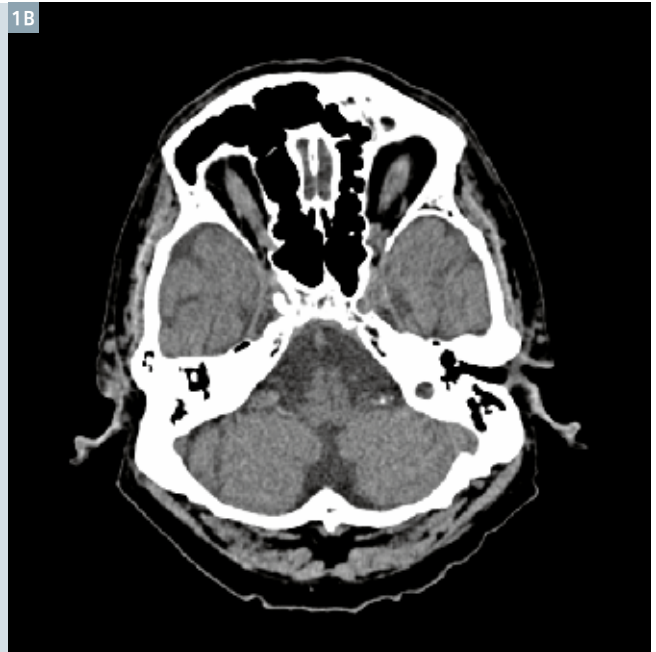
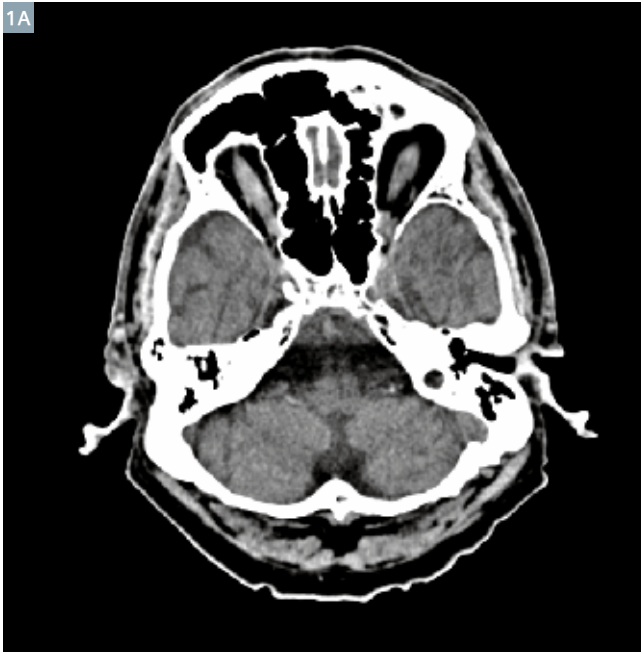
Işın sertleştirme artefaktlar

En fazla öne çıkan, ışın sertleştirme artefakt, kafa kaidesinde bulunan ve beyin sapının orta kısmını baskılayan petröz kemikler arasındaki koyu bir şerit olan “Hounsfield çizgisi” (Şekil 1A). BT taraması sırasında tüp, farklı enerji

düzeylerine sahip fotonlar içeren, polikromatik bir X-ray spektrumu yayıyor.

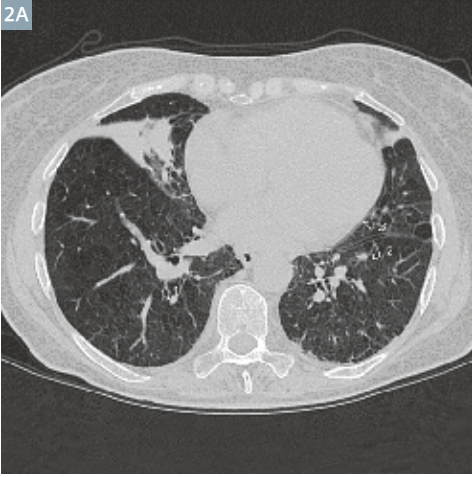
X-ray ışınlarının atenuasyonu, söz konusu enerji düzeylerine bağlı ancak bu atenuasyon, foton enerjisi arttıkça azalıyor. Bu nedenle, herhangi bir obje içinden geçerken X-ray ışınlarının spektral tutarlılığı değişiyor.

Objenin arkasındaki radyasyon, ana ışıktan daha fazla sayıda yüksek enerjili foton, ama daha az sayıda düşük enerjili foton içeriyor. Ancak dedektörde ölçülen sinyaller, tüm enerji seviyelerinde ortalaması alınmış bir atenuasyonu ifade ediyor ve bu işlemde ortalama veriler elde ediliyor. Sonuç olarak, rekonstrüksiyona tabi

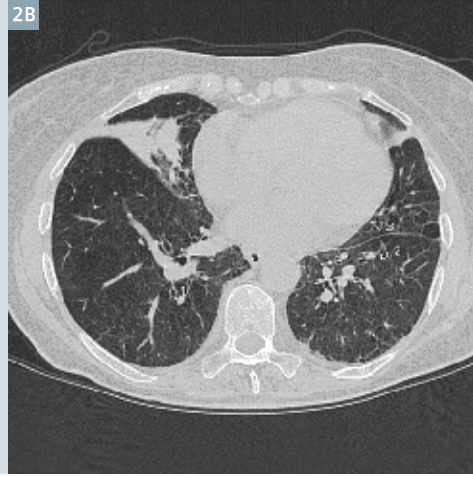


1 Işın sertleştirme artefaktlar: Hounsfield çizgisi: kafa kaidesinde bulunan ve beyin sapının orta kısmını baskılayan petröz kemikler arasındaki koyu renkli şerit (Şekil 1A). Şekil 1B’de, Şekil 1A’daki ile aynı kesit görülüyor: Işın sertleştirme düzeltme ile görüntü iyileştirme.

2A



2B



2 Toraks taramasından elde edilen görüntülerde solunum ve kalp hareketlerinden kaynaklanan artefaktlar (Şekil 2A). Hareket kaynaklı artefakt düzeltme algoritmasıyla görüntü iyileştirme (Şekil 2B).

tutulmuş görüntülerde, örneğin yoğun kemikler arasında, koyu renkli çizgi veya alanlar görülüyor.

“Işın sertleştirme” bu etkinin gücü, büyük oranda atom yapısına, obje büyüklüğüne ve kullanılan gerilimin düzeyine bağlı oluyor. Kemiklerdeki kalsiyum gibi ağır atomlar, yumuşak dokulardan çok daha farklı bir etki yaratıyor. X-ray fotonlarındaki daha düşük pik enerji seviyesinde daha düşük gerilimler, artefaktları yoğunlaştırıyor. Ayrıca, yoğun kemikler, konsantrasyonu son derece yüksek iyot kontrast madde ve metal implantlar, belirgin bir şekilde ışın sertleştirme artefaktlarına neden oluyor.

Yumuşak dokularda bu etkinin düzeltilmesi işlemi, veri işleme sırasında rutin bir şekilde gerçekleştiriliyor. Bu sayede tüm obje üzerinde homojen bir yumuşak doku düzeyi elde ediliyor. Ancak kemikler, yumuşak dokular vb. içeren karmaşık doku yapılarında eş zamanlı “ışın sertleştirme etkisi” düzeltme işlemi için yinelemeli rekonstrüksiyon yaklaşımları gibi daha sofistike algoritmalar gerekiyor.

Siemens BT sistemleri, beyin taramalarında artefaktları neredeyse tamamen ortadan kaldıran özel rekonstrüksiyon algoritmalarına sahip bulunuyor. Bunun da ötesinde, kardiyak görüntülemeye iki komponenti (kemikler ve yumuşak dokular) dikkate alan algoritmalar mevcut [2].

Kısmi hacimsel artefaktlar

Kısmi hacimsel artefaktlar, dedektör üzerine yansıtılan kemik veya metal gibi

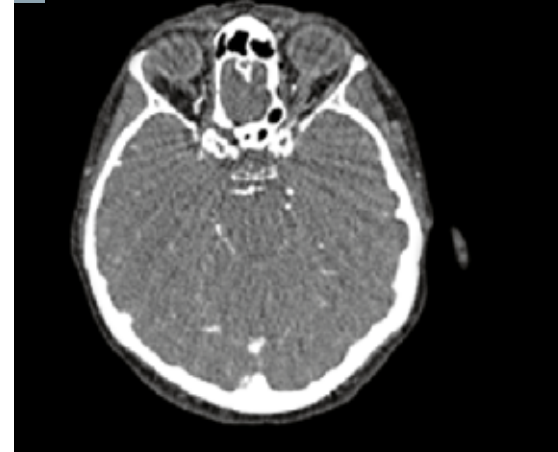
yüksek kontrastlı bir yapının kenarı kısmi olarak belirli bir kanalı gölgelediğinde oluşuyor. Bu durumda, ölçümlenen sinyal, sadece objeden ve onu çevreleyen dokunun içinden geçen ışınların biriken yoğunluğu oluyor. Bu, düzlemsel projeksiyonlar ile z-yönü için de geçerli. Böyle bir durumda elde edilen veriler hatalı oluyor çünkü sinyal atenüasyonu ölçülüyor olsa da BT görüntüleri, atenüasyon integrallerinin filtreli geri projeksiyonu ile rekonstrüksiyona tabi tutuluyor [1]. Burada artefaktlar genel olarak şeritler halinde bulunuyor ve büyük oranda ışın sertleştirme artefaktlarına benziyor.

Çok kesitli bilgisayarlı tomografide (MSCT) dedektör kanalları geniş olmadığı için örnek artefaktlar, sadece metalik objeler veya düşük yoğunluklu kireçlenmeler gibi son derece yüksek atenüasyon katsayılarına sahip objelerin kenarlarında oluşuyor. Kolimasyon incelidikçe, kısmi hacimsel artefaktların miktarı azalıyor, çünkü konturlar daha kesin bir şekilde örnekleniyor. Siemens’in tüm MSCT sistemleri, yüksek kontrastlı yapıların söz konusu olduğu durumlarda kullanılması gereken, milimetreden küçük kolimasyonlu tarama konumlarına sahip bulunuyor.

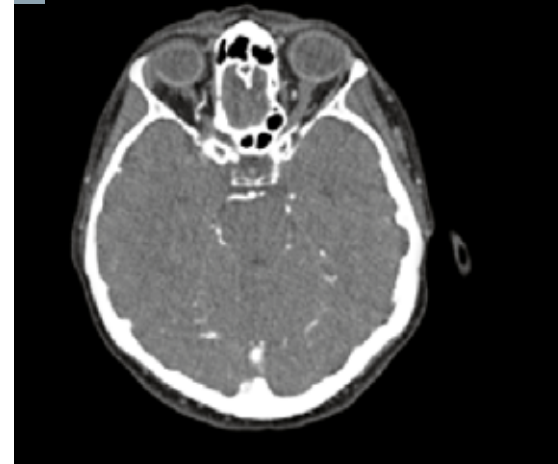
Hareket kaynaklı artefaktlar

BT görüntüleri, projeksiyonların belirli bir segmenti içinde yeniden yapılandırılıyor. Bu işlem sırasında obje veya hastanın hareketi, veriler arasında tutarsızlığa neden oluyor. Artefaktlar, genelde çizgiler veya bulanık ya da duble konturlar şeklinde ortaya çıkıyor

3A



3B



3 z-Sharp teknolojisi kullanılmadığında meydana gelen spiral veya “yel değirmeni” artefaktları (Şekil 3A). z-Sharp teknolojisi kullanıldığında yel değirmeni artefaktları oluşmuyor (Şekil 3B).

(Şekil 2A). Kritik taramalara ait protokollerde, söz konusu artefaktları baskılamak için özel hareket düzeltme algoritmaları bulunuyor (Şekil 2B).

Hareket kaynaklı artefaktları minimize etmek amacıyla gantri için yüksek bir rotasyon hızı öneriliyor. SOMATOM Definition Flash ve Edge sistemleri, 360 derecelik bir rotasyon için gerekli süreyi 0,28 saniyeye kadar indiriyor. Bu, fizyolojik süreçleri dondurmak için yeterli bir hız. Koroner arterler gibi kalbe yakın, milimetreden küçük yapıları görüntülemek için özel kardiyak rekonstrüksiyon algoritmaları kullanılabiliyor. Optimum temporal pencereleri belirlemek üzere tamamlayıcı bir teknik olarak ECG'den alınan verileri kullanan bu algoritmalar, yüksek temporal çözünürlüklü bir BT görüntüsünü yeniden yapılandırmak için sadece 180 derecelik verilere ihtiyaç duyuyor. Temporal çözünürlük, SOMATOM Definition Flash sistemindeki Dual Source teknolojisiyle daha da artırılabilir. İşbirliği yapması zor hastalar ve çocuklar dahi, Dual Source teknolojisi kullanılarak hareket kaynaklı artefaktlar oluşmaksızın taranabiliyor. Siemens'in yeni nesil Dual Source BT sistemi SOMATOM Force, hızı daha da artırarak rotasyon süresini 0,25 saniyeye indiriyor ve bu sayede çok sayıda hastanın nefes tutmaksızın taranmasını sağlıyor.

Spiral artefaktlar (yel değirmeni artefaktları)

BT tarayıcıları, sınırlı sayıda dedektör kanalından ham veri alıyor. Tüm spiral rekonstrüksiyon algoritmaları, bu verilerin z-yönünde, aksiyal olarak aynı hızda yer alan projeksiyonlara doğru interpolasyonunu gerektiriyor. Bu durum, kemik veya metal gibi yüksek kontrastlı objelerde hataları tetikleyerek, örneklenmiş veri noktalarının gelişigüzel bir şekilde ince ızgara olarak dağıtılması ideal durumuna kıyasla, görüntü kalitesini düşürüyor. Oluşan artefaktlar, kaynağa yakın noktalarda yel değirmeni benzeri yapılara benziyor (Şekil 3A) ve aksiyal görüntüler içinden geçerken merkezin çevresinde dönyormuş gibi görünmüyor.

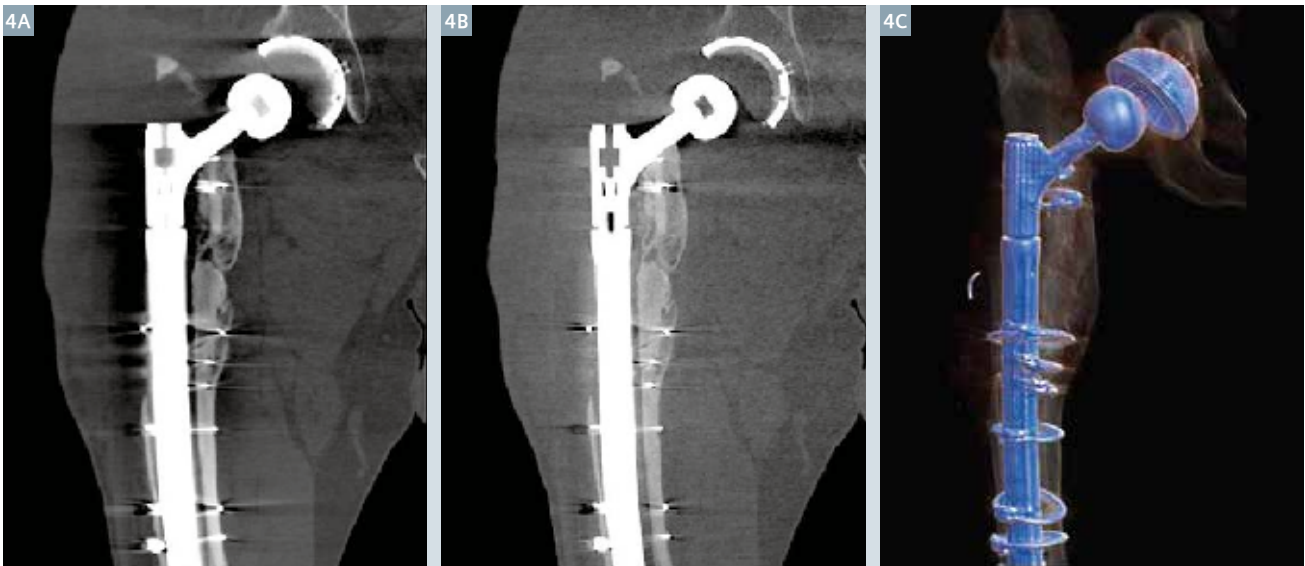
Spiral artefaktlar, örnekleme modelinin z-yönünde iyileştirilmesi suretiyle etkin bir şekilde azaltılabilir. Siemens'e özel, çift z-örnekleme z-Sharp teknolojisi [3], MSCT sistemlerinde çok iyi bilinen bu sorunu tamamen ortadan kaldırabilen gelişmiş bir yaklaşımı temsil ediyor (Şekil 3B). Diğer üreticilerin, müşterilerine, örnekleme işlemini iyileştirmek için düşük pitch'li sabit protokoller tedarik etmeleri gerekirken, Siemens'in z-Sharp teknolojisi, tarama hızını icra edilen klinik prosedüre sürekli olarak uyarlamak amacıyla pitch'in geniş bir aralıkta ayarlanmasını sağlıyor. Bu teknoloji, işte bu nedenle spiral

artefaktların tarama ve rekonstrüksiyon parametreleri değiştirilerek azaltılmasında diğer yaklaşımlara göre daha fazla öne çıkıyor. z-Sharp teknolojisi, meşhur STRATON tüpünün kullanıldığı tüm Siemens BT sistemleri ile son nesil VECTRON tüpünün ilk kez kullanıldığı SOMATOM Force sistemlerinde bulunuyor.

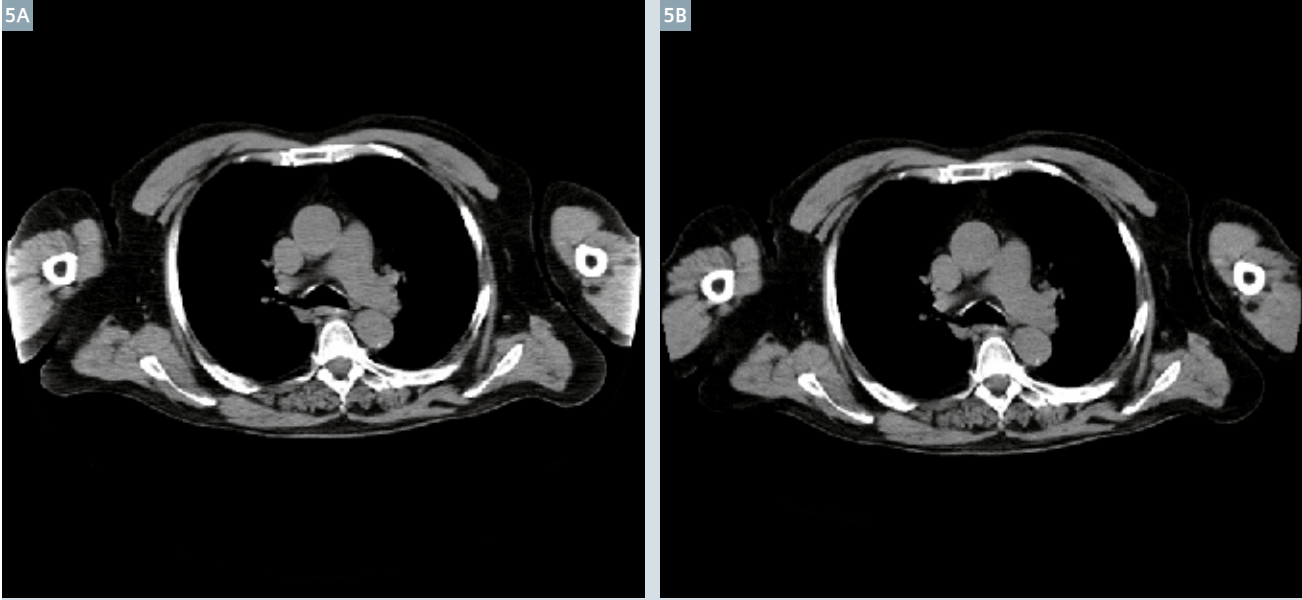
Konik artefaktlar

Konik artefaktlar, MSCT sistemleriyle elde edilen, ölçümlenmiş kesitlerin tamamen paralel düzlemlere doğru yaklaşması nedeniyle oluşuyor. Dedektör genişliği z-yönünde arttıkça, bu basit tanımdan olan sapmalar artarak söz konusu karakteristik artefaktlara neden oluyor. Bu uyumsuzluğun rotasyon merkezinden uzaklaştığı dikkate alınırsa, konik artefaktlar, en çok periferik bölgede, örneğin kaburga kemiklerinin yakınında en güçlü şekilde görülüyor. Siemens'in MSCT tarayıcıları, müşterinin isteğine göre ve dedektör sıralarının sayısına bağlı olarak etkin konik düzeltme veya konik ışın rekonstrüksiyonu gibi özellikler sunuyor.

Yine de, sektördeki en yeni ürünlerden bazılarında görüldüğü üzere, dedektörün kapsadığı alanın fazla büyük olması, söz konusu konik artefaktlar ile radyasyon saçılması artefaktlarında belirgin bir artışa neden oluyor. Böyle bir durumda, özellikle de hacimsel kapsamanın yüksek görüntü hızlarında



4 Metal implantların neden olduğu artefaktlar (Şekil 4A). 140 keV'lik, tek enerjili görüntülerde Dual Enerji bazlı metal artefakt azaltma (MAR) tekniği (Şekil 4B). MAR tekniğiyle elde edilen metal protez VRT görüntüsü (Şekil 4C).



5 Ölçüm alanını aşan hastadan elde edilen, düzeltilmemiş görüntüler (Şekil 5A). Şekil 5A'daki kesitin HD FoV rekonstrüksiyon tekniği ile yeniden yapılandırılmış hali (Şekil 5B).

daha etkin bir şekilde elde edilebildiği düşünülürse, bu uygulamanın dezavantajlarının, avantajlarından daha fazla olduğu görülüyor.

Metal artefaktlar

Metal artefaktlar, yukarıda belirtilen etkilerin neredeyse tümünün kombinasyonu sonucu oluşuyor. Metal artefaktlara özgü etki, genelde metalin alaşımı, şekli, büyüklüğü ve konumuna bağlı oluyor. Genelde, dokudan metala geçiş, dedektör kanallarının büyüklüğüne kıyasla son derece kabadır. Bu nedenle, kısmi hacimsel etkiler veya örnekleme hataları, kenarlardan dışarı doğru yayılan ve ince şeritler halinde görülen metal kaynaklı artefaktlara neden oluyor.

Metalik objenin ebatları büyüdükçe, X-ray ışınlarının atenüasyonu da artıyor. Işın sertleşmesi meydana geliyor. Ayrıca, implant arkasında, belirli dedektör elemanlarında ölçümlenen mutlak sinyal o kadar zayıf oluyor ki sinyali okumak, yüksek parazit düzeyi nedeniyle güvenilir sonuçlar vermiyor. Söz konusu her iki etki, çok miktarda metal içinden geçen ışınlar için görüntü içeriğini tamamen bozabiliyor. Foton enerjisi düzeyi arttıkça atenüasyon azaldığı için gerilim düzeyini artırmak, ışın sertleştirme etkisini azaltıyor ve dedektör sinyali eksikliğini gideriyor.

Diğer taraftan, daha yüksek mAs değerleri seçmek, durumu belirgin bir şekilde iyileştirmiyor, sadece radyasyon düzeyini artırıyor. Siemens CARE Dose4D gibi akıllı otomasyon doz kontrol fonksiyonları, optimal mAs ayarlarını hesaplarken metalik objeleri hariç tutuyor, çünkü yüksek radyasyon dozuna kıyasla, görüntü kalitesinde herhangi bir fayda sağlanmıyor. SOMATOM Force, SOMATOM Definition Flash, SOMATOM Definition Edge, tüm SOMATOM Definition AS sistemleri ve artık SOMATOM Perspective tarayıcı ailesinde bulunan Dual Energy tarama fonksiyonu, tek enerjili görüntüleri hesaplayarak (ışın sertleştirme etkisi düzeltme tekniğinin ileri düzey bir şekli) metal artefaktları etkin bir şekilde azaltmak için kullanılabiliyor (Şekil 4A ve 4B). Ayrıca tüm Siemens BT tarayıcıları, görüntü parazitlerine yol açan, rahatsız edici yapıları azaltmak amacıyla ham verilere gelişmiş filtreler uygulanıyor.

Ölçüm alanı dışında kalan objeler

Objeler, gantri içinde olduğu halde ölçüm alanını aşıyorsa, BT ham verileri ile rekonstrüksiyona tabi tutulan görüntüler arasındaki ilişki de artefaktlara neden oluyor. Maksimum tarama alanından geniş hastalar ile vücudun iki yanında duran kollar, rekonstrüksiyon sırasında gerekli

düzeltilmelerin yapılmaması halinde, yüksek yoğunluklu yapay kenarlara yol açıyor (Şekil 5A). Siemens'in son geliştirdiği tarayıcılar, bu artefaktları belirgin bir şekilde azaltmak amacıyla otomatik olarak ekstrapolasyon tipi gelişmiş algoritmalar (HD FoV) uyguluyor (Şekil 5B). Bu tarayıcılar, ayrıca ölçüm alanı dışındaki objeleri yüksek hassasiyetle görüntülemek için de özel rekonstrüksiyon teknikleri sunuyor. Bu, özellikle tedavi planlarının BT adedinin doğru ölçülmesine bağlı olduğu ve hastaların bazı organlarının sabitleme araçları nedeniyle genelde ölçüm alanı dışında kaldığı durumlarda radyasyon tedavisinin planlanması açısından önem taşıyor. BT görüntülemeye artefakt oluşumunun çeşitli nedenleri bulunuyor. Tanısal sonuçların akılcı bir şekilde elde edilebilmesi için, üretilecek çözümlerin de aynı çeşitlilikte olması gerekiyor.

Referanslar

- 1 Kalender WA: Computed Tomography, Publis MCD: 22ff (2000)
- 2 Herman GT, Trivedi SS. A Comparative Study of Two Postreconstruction Beam Hardening Correction Methods, IEEE Transactions on Medical Imaging. 1983 Sep; Vol MI-2; No 3: 128-135
- 3 Flohr T, Stierstorfer K, Raupach R, Ulzheimer S, Bruder H. Performance evaluation of a 64-slice CT system with z-flying focal spot. Rofo. 2004 Dec;176(12):1803-10.

Müsinöz rektal adenokarsinom tanı ve evrelendirmesinde difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin rolü

Prof. Dr. N. Cem Balcı

İstanbul Bilim Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı

Giriş

Müsinöz hücreli tümörlerin klasik görüntüleme yöntemleri ile görüntülenmelerinde zorluklar yaşanıyor. Onkolojik tanı ve evrelemede kullanılan PET-BT tekniği, müsinöz tümörlerin tanısında yanlış negatif sonuç verebiliyor (1). Müsinöz adenokarsinom tanısı almış bir hastada difüzyon ağırlıklı MRG'nin görüntülemesindeki yerini, PET-BT ile karşılaştırmalı olarak bir vaka sunumunda inceledik.

Vaka

Onkoloji kliniğimize başvuran 56 yaşındaki erkek hasta 4 aydır fekal inkontinans ve perianal ağrıdan mustarıptı. Hastaya yapılan kolonoskopide anal verge 4 cm üzerinden başlayıp 10 cm kranial uzanımı olan tümör tespit edildi. İlk evreleme görüntülemesi olarak kullanılan Bilgisayarlı Tomografide kitlenin seminal vezikülleri ve prostat glandı invaze ettiği ve sol obtrator lenf nodunun mevcut olduğu anlaşıldı (Şekil 1). Uzak organ metastazı saptanmadı. Hasta TNM evrelemede cT4N1M0 ile Evre IIIB kabul edildi ve neoadjuvan kemoradyoterapi yapılmasına karar verildi. 5-FU 225 mgr/m² IV kemoterapi ve 180 cGy/gün (haftada 5 gün) radyoterapi, hastaya 5 hafta süresince uygulandı. Neoadjuvan kemoradyoterapinin tamamlanmasından sonra, hastaya lokal evreleme için pelvis MRG ve tüm vücut evreleme için PET-BT incelemesi yapıldı. Pelvis MRG 1,5 Tesla MR cihazında (Magnetom Avanto, 45mT/m SQ gradient) aksial koronal ve sagittal T2 ağırlıklı TSE sekansı kullanılarak yağ baskılı ve baskılamasız görüntüler, T1 ağırlıklı TSE aksial plan görüntüler elde edildi. Difüzyon ağırlıklı

inceleme b 0, 400 ve 800 s/mm² değerlerde serbest nefesli olarak yapıldı. İntravenöz kontrast madde sonrası T1 yağ baskılı TSE aksial, koronal ve sagittal planlarda görüntü elde edildi. Yapılan 18F-FDG PET-BT incelemede rektumda lokalize tümörün yüksek SUV değerlerine sahip olduğu belirlendi (SUVmax 7). Rektum dışında FDG tutulumu gözlenmedi. MRG tümörün rektumda lokalize olduğu, seminal vezikül ve/veya prostat invazyonu bulunmadığı görüldü. Difüzyon ağırlıklı incelemede sakrum sol yarımında 4x5 cm boyutlarında difüzyon kısıtlaması gösteren kitle saptandı (Şekil 2). PET-BT incelemede bu lokalizasyonda FDG tutulumu mevcut değildi ve BT görüntülemelerde kemik yıkımı veya sklerotik tipte medüller patoloji saptanmadı (Şekil 3). BT eşliğinde yapılan kemik biyopsisinde sacrum sol yarımından alınan materyalin patoloji incelemesi müsinöz adenokarsinom ile uyumlu bulundu. Abdominoperineal rezeksiyon ile rektumda mevcut tümör ve komşuluktaki prostat gland ile seminal veziküller çıkarıldı, ayrıca hemisakral eksizyon gerçekleştirildi. Operasyonda rektum ve sakrum sağ yarımından elde edilen materyallerin patoloji incelemesi müsinöz adenokarsinom ile uyumlu bulundu.

Tartışma

Görüntüleme, kolorektal kanserlerin evrelemesi ve tedaviye yanıtlarının değerlendirilmesinde en önemli yere sahip. MRG lokorejyonel evrelemede kullanımı yaygın bir modalite olarak dikkat çekiyor. 18F-FDG PET-BT ise ilk tanı sonrası genel evreleme ve tedaviye yanıt değerlendirilmesinde sıkça kullanılıyor (2,3). Malign tümörlerin çoğunluğu normal dokulardan daha yüksek glukoz

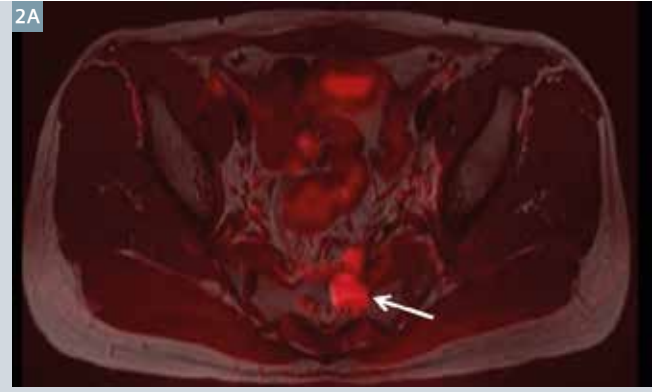
metabolizmasına sahiptir. Glukoz metabolizması tümörün histolojik tipi ve agresifliğine göre varyasyonlar gösterebiliyor. Yavaş büyüyen ve ılımlı agresifliğe sahip tümörler, daha düşük glukoz metabolizma hızına sahip oluyor. Bazı hitopatolojik alt tiplerin FDG tutulumunda değişkenlik görülebiliyor (4).

Müsinöz adenokarsinomalar çoğunlukla gastrointestinal sistemden kaynaklanan tümörler oluyor. Yüksek molekül ağırlıklı bir glukoprotein olan müsin, canlı kanser hücreleri arasında dağılmış durumda bulunuyor. Tümörlerin FDG tutulumları ortamdaki canlı tümör hücreleri ile tümörlerin grad ve diferensiasyonlarıyla yakın ilişkili. Müsin içerikli tümörler, canlı tümör hücreleri arasında yaygın yerleşip tümör hücrelerinin de kısmen yerini aldığından, müsinöz tümörlerin FDG tutulumu azalıyor (5,6).

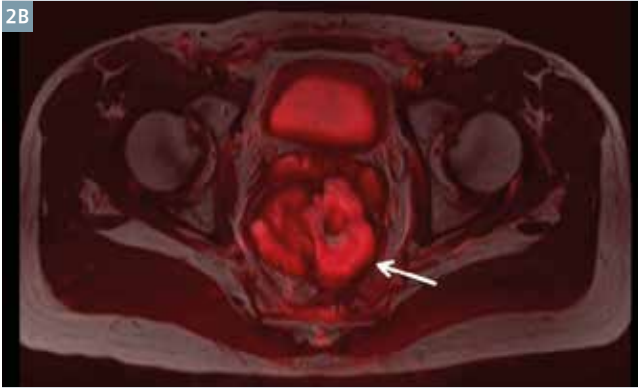
Difüzyon ağırlıklı MRG Brownian moleküler hareketleri görüntülememize yardımcı oluyor. Bu da sıvı moleküllerinin ekstraselüler, intravasküler ve intraselüler alanlardaki hareketi hakkında bize bilgi veriyor. Difüzyon ağırlıklı MRG kalitatif ve kantitatif olarak dokunun hücre yoğunluğu, hücre zarı bütünlüğü hakkında bilgi sağlıyor. Yüksek hücre yoğunluğu olan dokular difüzyon kısıtlaması gösterirken, kistik veya nekrotik dokuların ADC difüzyon değerleri daha yüksek oluyor. Müsinöz tümörler müsinöz olmayan tümörlere göre daha yüksek ADC değerlere sahip bulunuyor (7). Bizim olgumuzda da sakrumda yerleşik müsinöz tümör, difüzyon ağırlıklı MRG'de difüzyon kısıtlaması gösterip PET-BT'de düşük FDG tutulumu gösteriyor.



1 Aksiyal planda elde edilen BT görüntüsü, rektumda yer alan kitlenin seminal vezikül ve prostat invazyonu yaptığını gösteriyor.



2A Difüzyon ağırlıklı incelemenin ($b=800 \text{ s/mm}^2$) T2 ağırlıklı TSE inceleme ile füzyonunda sakrum sol yarımında kitle lezyon difüzyon kısıtlaması gösteriyor (ok).



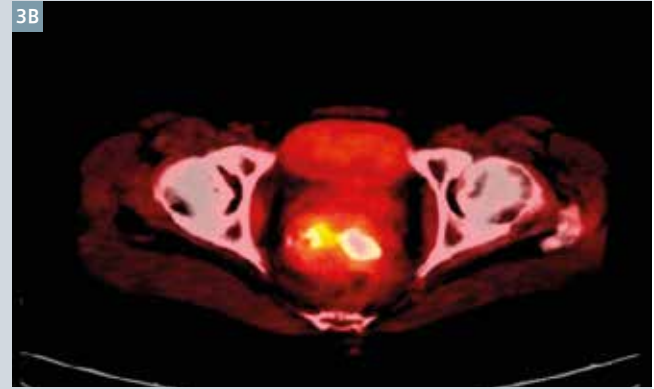
2B Difüzyon ağırlıklı incelemenin ($b=800 \text{ s/mm}^2$) T2 ağırlıklı TSE inceleme ile füzyonunda, rektumda bulunan tümör difüzyon kısıtlaması görülüyor (ok).



2C IV kontrast madde sonrası sagittal T1 ağırlıklı yağ baskılamalı incelemede, sakrumda bulunan tümörün (uzun ok) ve rektum tümörünün (kısa ok) kontrastlanımı izleniyor.



3A PET-BT incelemede sakrum sol yarımında FDG tutulumu izlenmedi.



3B Rektum seviyesinde kitlenin PET BT'de FDG tutulumu gösterdiği izleniyor.

Referanslar

- Li YL, Wu LM, Chen XX, Delproposto Z, Hu JN, Xu JR. Is diffusion-weighted MRI superior to FDG-PET or FDG-PET/CT in evaluating and predicting pathological response to preoperative neoadjuvant therapy in patients with rectal cancer? J Dig Dis. 2014
- Dresen RC, Beets GL, Rutten HJ, et al: Locally advanced rectal cancer: MR imaging for restaging after neoadjuvant radiation therapy with concomitant chemotherapy. Part I. Are we able to predict tumor confined to the rectal wall? Radiology 252: 71-80, 2009.
- Endo K, Oriuchi N, Higuchi T, et al: PET and PET/CT using 18F-FDG in the diagnosis and management of cancer patients. Int J Clin Oncol 11: 286-296, 2006
- Zhu A, Lee D and Shim H: Metabolic positron emission tomography imaging in cancer detection and therapy response. Semin Oncol 38: 55-69, 2011
- Berger KL, Nicholson SA, Dehdashti F and Siegel BA: FDG PET evaluation of mucinous neoplasms: correlation of FDG uptake with histopathologic features. Am J Roentgenol 174: 1005-1008, 2000.
- Green JB, Timmcke AE, Mitchell WT, Hicks TC, Gathright JB Jr and Ray JE: Mucinous carcinoma-just another colon cancer? Dis Colon Rectum 36: 49-54, 1993
- Kim DJ, Kim JH, Lim JS, et al: Restaging of rectal cancer with MR imaging after concurrent chemotherapy and radiation therapy. Radiographics 30: 503-516, 2010

“Gelecek, hibrit görüntülemeye...”

Dr. Sotirios Bisdas

Tübingen Eberhard Karls Üniversitesi Radyoloji Bölümü

Tüm klinik sorulara kapsamlı cevaplar arayan bir teknik olarak hibrit görüntüleme teşhise yönelik medikal kararların alınması, tedavi ve tedavilere verilen yanıtların sınıflandırılması ve sonuçların öngörülmesi süreçlerini destekliyor.

Tübingen Eberhard Karls Üniversitesi Radyoloji Bölümü profesörü ve Tanısal ve Girişimsel Nöroradyoloji Bölümü başkanlığını yapan Dr. Sotirios Bisdas, farklı ülkelerin sağlık sistemlerini, hibrit teknolojileri ve faydalarını Siemens İnovasyon dergisi için değerlendirdi. Sorularımıza yanıt veren Dr. Bisdas, Türkiye ziyaretleri ve burada verdiği dersler sonrasında edindiği izlenime göre, Türk radyoloji sektörünün yakında Avrupa sahnesine çıkabileceğini söyledi.

Yunanistan’da tıp fakültesinden mezun olduktan sonra Almanya’da radyoloji eğitimi aldınız. İki ülkenin sağlık sistemleri arasındaki farklar nedir?

Alman sağlık sistemi, Bismarck modelini takip ediyor. Almanya’nın sağlık sistemi ile diğer ülkelerin sağlık sistemleri arasındaki en belirgin fark, hastalık fonlarının kullanımına ilişkin. Federal hükümet genel bütçeyi ve hastalık yardımı paketine hangi prosedürlerin ekleneceğini belirliyor. Ulusal Hastalık Fonları Derneği ve Ulusal Doktorlar Birliği de, hangi yardımların hastalık yardımı fonu paketine ekleneceği konusunda hükümete destek oluyor. Hastalık fonları, maaş ve ücretlerden kesilen vergilerden oluşur. Bu vergi, işçi ile işveren tarafından ödenir. Özel, tamamlayıcı sigortalar ise, hastalık yardımı fonu paketine dahil edilmeyen prosedürlerin maliyetini karşılar. Sadece önceden tanımlanmış bir düzey üzerindeki, orta ve üst sınıftan bireyler, hastalık yardımı fonundan çıkıp özel sigortalı olabilir.

Bazı analistler, fiyat kısıtlamalarını ve tazminat oranlarını, Alman doktorların gerçekleştirdikleri tıp uygulamalarına

yönelik giderek artan bürokratik müdahalelerin nedeni olarak görüyorlar. Korkarım ki, tazminat tavanları ve bütçe kısıtlamalarının yarattığı labirent içerisinde çalışmak zorunda kalan doktorlar, minimum düzeyde gerekli bakımdan daha

fazlasını sunmak üzere finansal herhangi bir teşvik almıyorlar.

ABD’de bir milyon hasta başına Almanya’dakinin dört katı MR cihazı ve iki katı BT tarayıcısı düşüyor olsa da Almanların, modern tıbbi teknolojilere



Amerikalılardan daha az erişim sağladıklarını düşünmüyorum. Özel sektör olmasaydı Almanya'nın durumu hiç şüphesiz daha kötü olurdu. Her ne kadar toplam sağlık harcamalarına kıyasla küçük bir miktarı temsil etse de özel sigortalar, hastalık yardımı fonları üzerinde rekabetçi baskı yaratarak bu fonları hizmet kalitesini arttırmaya ve hizmet kapsamını genişletmeye zorluyor.

Son olarak, her ne kadar Almanya ABD'den daha az sağlık harcaması yapsa da bu harcamalar son yıllarda tehlikeli oranlarda artıyor. Değişen demografik özellikler ile birlikte, kaçınılmaz bir şekilde, sosyal dayanışmaya yönelik uzun yıllara dayalı Alman inancı nedeniyle direnç gösteren Alman sağlık sisteminde değişim olacaktır.



Diğer taraftan Yunan sağlık sistemi, sorunlu ekonomi nedeniyle tıp alanında uygulanan kemer sıkma politikalarından olumsuz etkileniyor ancak halihazırda, muhtemelen kısa sürede tamamlanacak olan bir dizi reform da gerçekleştiriliyor. Genel olarak Yunan sağlık sektörü, en çok Beveridge modeline benziyor. Yunanistan, tüm Yunan işverenlerinin çalışanlarını mutlaka "sosyal sigorta fonlarından" birine kaydettikleri, işveren temelli bir sağlık sigortası sistemine sahip. Ayrıca işverenler, Almanya'daki sistemin aksine, rekabet halindeki hastalık fonları arasında seçim yapamıyorlar, mutlaka sektörlerine özel sosyal sigorta fonunu seçmek durumundalar. Ulusal Sağlık Hizmetleri (NHS) de kendi sağlık hizmetlerini sunuyor. Örneğin, NHS hastaneler işletiyor ve hatta doktor istihdam ediyor. Yine de Yunanlıların çok küçük bir kesiminin özel sağlık sigortası olup, özel sigorta sahiplerinin sayısı son yıllarda hızla artıyor.

Doktorların neredeyse yarısı, doğrudan sosyal sigorta fon tarafından istihdam ediliyor. Geriye kalan doktorlar ise özel kurumlarda çalışıyorlar ancak sigorta fonları ile yapılan sözleşmeler çerçevesinde hizmet ücreti bazında maaş alıyorlar. Günümüzde tıp uygulamalarının teknolojiye daha fazla dayalı bir şekilde gerçekleştirilmesi ile ilgili olarak Yunanistan'da NHS destekli hastanelerdeki BT ve MR cihazı yoğunluğu, Batı Avrupa ve ABD'ye göre düşük. Tazminat oranları da modern görüntüleme merkezlerinin yüksek kaliteli görüntüleme araştırmalarına yönelik gereksinimler ile bakım maliyetlerini karşılayacak düzeyde değil. Mevcut modern teknoloji ekipmanların büyük bir kısmı da ülkenin az sayıdaki özel klinik ve hastanelerinde toplanmış durumda.

Benim düşünceme göre sağlık reformları, Hipokrat Yemini'ne uygun olmalıdır: "Öncelikle, zarar vermeyeceksin." Bu nedenle, ulusal sağlık sektöründen önce diğer ülkelerin sağlık sistemlerine daha yakından bakmalı ve bu sistemlerin avantajlarını ve sorunlarını detaylı bir şekilde incelemeliyiz. Sürekli olarak karşımıza çıkan ve tıbbi teknolojilerde kısıtlamalara ve modern bakım hizmetlerine erişim sıkıntısına neden

olan sermaye yatırımları eksikliğini kabul etmeliyiz.

Türkiye'yi de ziyaret ettiniz ve burada ders verdiniz. Türk radyoloji sektörüne yönelik algınız nedir?

Öncelikle, Avrupa'da yaygın olarak bilinmeyen ancak Türk radyoloji topluluğu için son derece önemli olan bazı rakam ve gerçekleri kısaca belirtmeliyim. Türk ekonomisinin hızlı büyümesi, artan nüfusa rağmen kişi başına düşen sağlık harcamalarında artışa neden oldu. Bunun sonucu olarak, Türk tıbbi cihaz sektörü Orta Doğu ve Afrika bölgesinin en büyük pazarı haline geldi. Son 2 yılda, birkaç kez Türkiye'ye davet edildim ve Türk görüntüleme topluluklarının toplantılarında dersler verdim. Mükemmel toplantı mekanları, donanımlı, kaliteli, yüksek lisans sahibi kişilerce yapılan eğitici konuşmalar ve en son geliştirilen görüntüleme teknolojilerini kullanmaya hevesli, çok sayıda genç radyolog ve bunun benzeri unsurlar, Türkiye'deki görüntüleme hizmetlerinin kalitesinin sürekli olarak yükseldiğine yönelik güvenilir göstergelerdir. Yine de radyoloji topluluğu, hükümete, vatandaş ve doktorların son yıllarda giderek daha fazla yüzleştikleri aşırı iş yükünü anlatmalı ve hükümeti, sağlık altyapısındaki reformu eğitime ağırlık vererek daha da ilerletmeye zorlamalıdır. Sonuç olarak, ABD ve Batı Avrupa'daki üniversiteler ile yürütülen akademik değişim programları, Avrupalı ve uluslararası topluluklar ile devam eden bilimsel işbirlikleri ve sağlık altyapısına yönelik olarak beklenen fon artışı sayesinde Türk radyoloji sektörü, yakında Avrupa sahnesine çıkabilecektir. Bu, Türkiye'nin stratejik rolünü genişletmesi ve radyoloji alanında Avrupa ile Yakın/Orta Doğu arasında bir köprü ve iletişim merkezi görevi görmesi için bir ön koşuldur. Bu yaklaşım ayrıca, halihazırda yurt dışını tercih eden yerli kalifiye uzmanların ülke içinde tutulması ve yabancı uzmanların ülkeye çekilmesine yardımcı olacaktır.

Hibrit görüntülemenin geleceğini nasıl görüyorsunuz?

Kanser anlayışımız son dönemde öyle bir noktaya erişti ki birçok tümörün tedavisinde benimsenen yaklaşımlar, artık kanserin ilk görüldüğü organ ve organ histolojisine bağlı değil; tedavi yöntemleri artık, hastaların tedaviye



verdikleri farkı yanıtlar ile ilişkili özel genetik ve moleküler işaretleyicilere göre tanımlanıyor. Eş zamanlı olarak, ilaçlar söz konusu işaretleyicileri hedeflemek üzere giderek daha özgül hale geldikçe, işin asıl yükünü çeken morfolojik görüntüleme, herhangi bir tedaviye verilen yanıtı değerlendirmek için uygun olmamaya başlıyor, sadece tahmin amaçlı olarak kullanımı söz konusu oluyor. Hızla gelişen niceliksel görüntüleme teknikleri, tümör durumunun sürekli olarak takibine yardımcı oluyor. Ancak MR ve BT teknikleriyle gerçekleştirilen niceliksel görüntüleme prosedürlerinin kalitesi ve sayısında istikrarlı bir artış söz konusu olsa da tümörün karmaşık mikro ortamı, sadece MR veya BT tekniğiyle kolayca çözümlenemiyor. Bu nedenle, bu yöntemler henüz etkin bir şekilde rutin klinik uygulamalara entegre edilemedi. Eşzamanlı MR-PET görüntüleme

teknığının gelişimi, söz konusu sorunların çözümü ve gelişmekte olan görüntüleme biyo işaretleyicilerin onaylanma ve klinik deney ve uygulamalara entegrasyonu sürecine potansiyel olarak ivme katmak açısından benzersiz bir fırsat sunuyor. PET hassasiyetini arttırmak amacıyla kullanılan özellikli anatomik bilgiler ile MR görüntüleme önsel bilgilerinin yanı sıra MR-PET tekniği, bir yandan temel bilimsel sorulara yanıt verirken diğer yanan klinik ortamda "çoklu parametrik" olarak bilinen ve yoğun talep gören çalışmaların yapılmasını mümkün kılıyor. MR-PET tekniği, neoplazmaların yanı sıra nörolojik dejenerasyon ve epilepsiye yönelik klinik sorular dahil olmak üzere hastalıklara ilişkin en kapsamlı ve en detaylı resmi ortaya koyarak artık günümüzde mevcut olan kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları sürecini hızlandırıyor. Geleceğin hibrit görüntüleme

yaklaşımına ait olduğunu düşünüyorum çünkü hibrit görüntüleme hemen hemen tüm klinik sorulara kapsamlı cevaplar arayan ve teşhise yönelik medikal kararların alınması, tedavi ve tedavilere verilen yanıtların sınıflandırılması ve sonuçların öngörülmesi süreçlerini destekleyen tek teknik olarak öne çıkıyor.

PET-BT ve MR-PET teknolojilerine ilişkin paradigmada herhangi bir değişim söz konusu mu?

Farklı teknikler, birbirlerinden farklı avantaj ve dezavantajlara sahip olduğu için gerçek manada "ideal" bir teknik mevcut değil. Bu gerçeklik, her bir tekniğin ayrı ayrı sağladığının ötesinde veri elde etmek üzere tamamlayıcı görüntüleme yaklaşımlarını sinerjik olarak entegre etme girişimleri ile sonuçlanıyor. PET tekniğini BT ile entegre etme girişiminin ana hedefi, başta torasik ve abdominal patolojiler

olmak üzere anatomik işaretler hakkında bilgi elde etmekte. Son derece kolay bir yöntem olarak, lineer atenüasyon katsayısını doğrudan voksel-voksel temelinde atamak için BT verileri kullanılarak emisyon fotonları, atenüasyon için tatminkar bir şekilde düzeltilmiştir. Ancak yüksek radyasyon dozu gerektiren dinamik BT taramaları ile gerçekleştirilen eşzamanlı perfüzyon ölçümlerinin yanında PET-BT tekniğindeki paradigmaların sınırlı olduğu açık.

Bilimsel bir devrim olarak tanımlanan PET ile birlikte asıl paradigma kayması, MR-PET kombinasyonu ile gerçekleştirilebilirdi çünkü PET tekniği, klinik açıdan önemli çok çeşitli fizyolojik, selüler ve moleküler olaylar ile ilgili olarak niceliksel ölçüm yapabilme kabiliyetine sahip. Hibrit MR-PET sistemlerinin doğuşu, onkolojik ve inflamasyon görüntüleme ile nörolojik dejenerasyondaki potansiyel paradigmaların kapsamlı bir şekilde yeniden değerlendirilmesinin önünü açtı. Aday uygulamalar listesi de uzun görünüyor.

MR-PET tekniği, pratikte sadece lezyonların daha kesin bir şekilde tespiti ve lokalizasyonu ile biyopsiler ve cerrahi ve radyolojik girişimler için hedef alanların tanımlanması fonksiyonları ile sınırlı tutulmamalı, aynı zamanda tümör veya lezyonların gelişimi ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi aracı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamalıdır. Günümüzde, anti-angiyojenik maddeler gibi tümör mikro ortamını etkileyen ve hastalıkların sonuçlarını önemli oranda değiştiren yeni ilaçların geliştirildiğini ve kullanıldığını tecrübe ediyoruz. Hiç şüphesiz, bu gelişmeler, kişiselleştirilmiş tıp çağının kapılarını açarken sadece hibrit MR-PET görüntüleme, deneysel tedavilerin etkilerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesini ve tedavilerin başarısı için doğru kararların alınmasını sağlayabilir. Umud vaat eden tedavileri destekleyen ve gelişimleri devam eden deneysel ve ön klinik uygulamalara ilişkin ileriye dönük bakış, önümüzdeki yıllarda kesinlikle MR-PET temelli etkinlik ve değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilecektir.

Prestijli bir antik Yunan düşünürü olan Herakleitos'un meşhur cümlesini başka

sözcüklerle ifade edecek olursam şöyle söylerdim: "görünmeyen uygulama, görünenden daha güçlüdür." Benim düşünceme göre, PET-BT ile MR-PET teknikleri arasındaki paradigma farkı, söz konusu bu tekniklerin görüntüleme yaklaşımları ve "bilimler" çağına katkıda bulunma kabiliyetlerindeki farkı ifade ederken MR-PET kombinasyonu, radyoloji alanında kesinlikle temel yöntemlerden biri olarak kalacaktır.

Farklı üreticilerin farklı MR-PET yaklaşımları mevcut. Siemens MR-PET sisteminin avantajları nelerdir?

MR ve PET gibi iki tamamlayıcı yöntemi birleştiren yeni nesil görüntüleme sistemleri, artık farklı üreticiler tarafından geliştiriliyor. PET ve MR görüntüleme verilerini elde etmek üzere hastaların mekik konumunda bir tarayıcıdan diğer tarayıcıya aktarıldığı sekans temelli tasarım nispeten kolay uygulanabilir olsa da ciddi dezavantajlara sahip. Ancak söz konusu bu dezavantajlar, Siemens tarafından geliştirilen eşzamanlı ve entegre MR-PET tarayıcısının tasarımında önemli unsurlar olarak rol oynadı.

Eşzamanlı yaklaşımlar, hastalar için olduğu kadar doktorlar için de çeşitli avantajlar sunuyor. Hastalar açısından bakılırsa, yapısal ve fonksiyonel MR verileri, tek bir taramada mükemmel düzeyde uzaysal ve temporal yeniden hizalama yapan PET tekniği ile birlikte eşzamanlı olarak elde edilebiliyor. Teknolojik perspektiften bakacak olursak eş zamanlı yaklaşımlar, PET verilerinin MR hareket/yeniden hizalama parametreleri temelinde düzeltildiği hareket düzeltme uygulamaları için de faydalı olabilir. Veri toplama süreci, tamamen aynı fizyolojik şartlar altında gerçekleştirilirken doktorlar, çok teknikli verilerin tek bir taramada elde edilmesinden fayda sağlıyorlar. Bu durum, doku perfüzyonunu değiştiren vazoreaktif maddeler ile yapılan çalışmalar ve psikofarmakolojinin aktif metabolitler ve/veya ilk görüntülemeden sonra değişen reseptör yoğunluğu nedeniyle iki aynı görüntülemeye imkan vermediği durumlar dahil olmak üzere, karmaşık etkilere neden olmaksızın paralel görüntülemenin yapılamadığı paradigmatik araştırma projeleri için de son derece önem taşıyor. Uyarıcı tatbiki sırasında işleyen bellek gibi farmakolojik

soruların cevaplarını arayan klinik nörolojik araştırma projelerinde de eşzamanlı yaklaşımlar, tamamen aynı fizyolojik şartlar altında veri temini sürecine katkıda bulunacaktır.

Geleceğe dönük olarak, eş zamanlı MR-PET yaklaşımının, medikal uyumluluk, düşük maliyet ve bilimsel fayda açısından sekans temelli yaklaşımlara göreli değerini garanti altına almak için hem araştırma merkezleri hem de kliniklerdeki olası farklı uygulamalara yönelik geniş çaplı, vücut-organa özgü çeşitli çalışmalara ihtiyaç duyuluyor.

Hangi hasta grubu MR-PET teknolojilerinden en fazla faydayı görecektir?

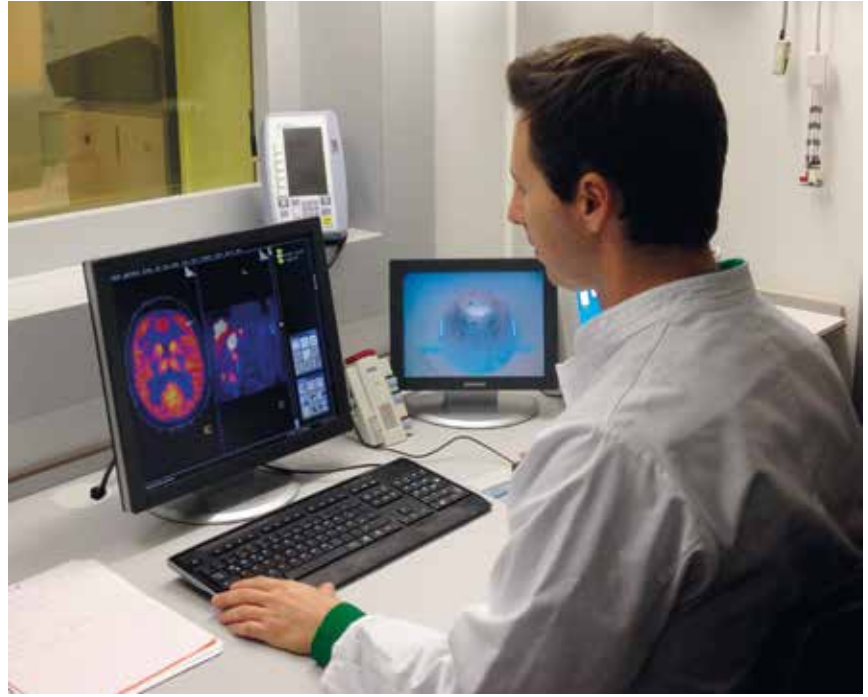
Genel olarak, hem hastalar hem de teknisyenler (uzmanlar) eş zamanlı veri elde etme tekniklerinden fayda görüyorlar: Hastalar, kısalan tarama süresi ile artan konfor ve rahatlık düzeyinden, teknisyenler ise randevu ayarlama ve hastaların tarayıcılarda konumlandırılmasına ilişkin giderek artan ağır yükün hafiflemesinden faydalananlar. Hafif düzeyde de olsa klostrofobi veya anksiyetesi olan hastalar, sekans temelli bir MR-PET yaklaşımında gerçekleştirilen tekrar taramasından hem fiziki hem de psikolojik olarak kaçınıyorlar. Bunun yanı sıra bir diğer önemli konu da eşzamanlı MR-PET taramasının hastaları tarama prosedürleri için birden çok bekleme odasında belirli bir süre (bazen uzun süreler boyunca) beklemekten kurtaracak olmasıdır. Bu hastaların birçoğu, tarama prosedürleri ve testler nedeniyle işlerine gidemedikleri ve/veya uzun mesafeler kat etmek zorunda kaldıkları için kombine bir tarama işlemi hiç şüphesiz bu hastaların yaşadıkları deneyimi olumlu yönde değiştirecek ve daha katlanabilir kılacaktır. Örneğin, görüntüleme prosedürlerine tabi tutulmak için dahi yeterli gücü olmayan bir kanser hastası için bekleme odası sayısını ve gerekli hazırlıkları azaltmak son derece olumlu karşılanacaktır.

Daha da önemlisi, yukarıdaki argümanlar, uzun vadeli çalışmalarda tedaviye verilen yanıtların değerlendirilmesi açısından bir gereksinim olan MR ve PET teknikleriyle yapılan kesin ve tekrar üretilebilir ölçümler için mümkün olabildiğince çok

sayıda engeli ortadan kaldırmak amacıyla hasta konforu ve rahatlığını dikkate almanın önemini vurguluyor. Gerçek manada eşzamanlı bir MR-PET görüntüleme prosedürü, toplam tarama süresini etkin bir şekilde yarıya indirerek hastaların anksiyetesini hafifletecek, hasta konforunu arttıracak, tekrar taramalar ve geri çağırımların sayısını azaltacak ve potansiyel olarak tarama verimliliğini arttıracaktır. Ayrıca, anatomik işaretler için BT tekniğinin kullanılmasına gerek olmaması, hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozunu belirgin bir şekilde azaltacaktır. Eşzamanlı MR-PET tekniğinin en azından kritik hasta popülasyonları için görüntüleme deneyimini pozitif bir şekilde etkilemesi muhtemeldir. Bu popülasyonlardan bazıları, hareket kabiliyeti sınırlı hastalar, bunama geçiren hastalar, tümörlü (özellikle beyin tümörlü) hastalar ve laf dinlemeyen ve kolay iletişim kurulamayan çocuklardır.

PET dışında moleküler MR görüntüleme yönteminin geleceğini nasıl görüyorsunuz?

MR görüntüleme, moleküler teşhis alanında sağlam bir role sahiptir. Su molekülü difüzyonu, vasküler yapılar ve bunların geçirgenliğindeki interstisyel değişimler, metabolit oranları, manyetizasyon transferi ile tespit edilen protein içeriği ve benzeri ölçümleri yapan teknikler gelişmeye ve hastalıkların yük ve yaygınlığının değerlendirilmesine katkıda bulunmaya devam edecektir. MR görüntüleme biyo işaretleyicileri ile PET izleyicilerinin çapraz kalibrasyonu, MR görüntüleme tekniklerinin güvenilirlik ve hassasiyetini arttıracak, PET görüntüleme prosedürünü tamamlayıcı bir teknik olarak görev görecektir ve hastalıkların



genel pato-fizyolojilerini değerlendirmek için özel ve anlamlı kombine MR-PET görüntülerinin elde edilmesini sağlayacaktır. Kimsenin reddedemeyeceği gibi PET, moleküler görüntülemede ana teknik olsa da MR verileri taşıyan nanopartiküller, patolojik olarak modüle olmuş reseptör, sitokin, büyüme faktörleri ve ilgili sinyal yolları düzeylerini değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Bu, moleküler MR görüntüleme tekniğinin atacağı bir sonraki dev adımdır ve tedavi etkinliğinin global düzeyde değerlendirilmesi sürecini yeniden şekillendirerek özgül olmayan kontrastlı görüntüleme protokolleriyle günümüzde geçerli olanlardan çok daha kesin tıbbi uygulamaların önünü

açacaktır. Daha da önemlisi, nanopartiküllerin çok fonksiyonlu yapılar olarak değerlendirilmesi gerekir, çünkü bu partiküller tanınal performanslarının yanı sıra bir takım özellikleri nedeniyle umut vaat eden ilaç taşıyıcı sistemler olarak görülebilir. Optimum ilaç dozları, gelişmiş biyo yararlanım özellikleri nedeniyle manyetik nanopartiküllere de yüklenebilir. Sonuç olarak bu partiküller, harici bir manyetik alan ile kolayca yönlendirilip, aktif ve pasif stratejiler ile hedefe ulaştırılabilir. Moleküler MR görüntüleme alanında henüz son sözlerin söylendiğine inanmıyorum, yakın gelecekte bu alanda yeni gelişmeler olmasını bekliyorum.



Dr. Sotirios Bisdas

Almanya merkezli Tübingen Eberhard Karls Üniversitesi Radyoloji Bölümü profesörü ve Tanınal ve Girişimsel Nöroradyoloji Bölümü başkanıdır. Dr. Bisdas'ın klinik görevleri arasında tüm BT ve MR görüntüleme kesitsel çalışmaların gözden geçirilmesi ve kontrolünün yanı sıra kendi bölümlerince verilen akut ve özel nörovasküler girişimsel hizmetlere katılım yer almaktadır. Ayrıca, tıp öğrencileri ile daimi/stajyer nöroradyologların idari işleri ve eğitim faaliyetleri için destek sunmaktadır.

Halihazırda, bölümdeki MR-PET nörolojik görüntüleme, intraoperatif MR görüntüleme (1,5 T intraoperatif MR tarayıcısı) ve ultra yüksek alanlı beyin MR görüntülemesi (9,4 T MR ünitesi) programlarının başkanlığını yürütmektedir.

Siemens'in yeni ultrason sistemi, kapakçık prosedürleri sırasında kan akışının tamamını görselleştiriyor

Siemens Sağlık Sektörü, Avrupa Kardiyoloji Derneği'nin (ESC) bu yıl Barcelona'da yapılacak kongresinde Acuson SC2000 ultrason sisteminin yeni Prime sürümünü tanıtıyor. Yüksek kaliteli kardiyovasküler görüntüleme sisteminin bu sürümü, yeni bir gerçek volüm transözofageal yansıma (TEE) probu kullanarak, ilk kez kalp kapakçığı anatomisinin ve kan akışının canlı, tam volümlü, renkli Doppler görüntülemesini sunuyor. Bu teknolojiyle hekimler, EKG abnormaliteleri olan hastalarda bile girişimsel kapakçık prosedürleri sırasında kalp ve dinamik kan akışının anatomik olarak daha kesin bir görüntüsünü tek seferde elde edebiliyor. Bu, kritik kararların daha hızlı ve doğru alınmasını sağlıyor.

3D TEE görüntüleme sırasında hekimler, kapakçık fonksiyonlarını değerlendirmek için kalbin yakın mesafede detaylı resimlerini elde etmek üzere esnek bir probu özofagusu yönlendiriyor. Disfonksiyonel bir kapakçık, kanı kalbin odacıklarına sızdırdığında (regürjitasyon) veya yeterli miktarda kan geçişini sağlamak için yeterince açılmadığında, kalp kapakçığını tedavi etmek veya yapay bir kapakçıkla değiştirmek için bir kapakçık prosedürü gerekebilir. TEE, kalp kapakçığındaki bozukluğu düzeltmek için kalp müdahaleleri sırasında yapay kapakçıklar ve mitracipler gibi cihazların yerleştirilmesinde kullanılıyor.

Mevcut 3D TEE görüntüleme metodlarında, kalp fonksiyonu ve kan akışının eksiksiz bir görüntüsünü oluşturmak için bitişirme (çoklu kalp atışlarının birleştirilmesi) işleminin yapılması gerekiyor. Bu kapalı görüntüleme yöntemi, EKG abnormaliteleri olan hemen hemen hiçbir hastada kullanılamıyor ve görüntüde artefakt oluşması nedeniyle

sonuçları çarpıtabiliyor. Ancak, Acuson SC2000 Prime'in yeni Z6Ms gerçek volümlü TEE probu, 90° x 90° gerçek zamanlı görüntü ve volümlü renkli Doppler'le gerçek volümlü 3B TEE'yi kullanarak, görüntülerin bitleştirilmesine gerek kalmadan, her kalp atışında tam 3D görüntüler sağlayan ilk Siemens transdüsörü. Z6Ms gerçek volüm TEE probu, görüntü oluşturmak için çoklu kalp atış ihtiyacını ortadan kaldırarak ve Doppler'in volüm rengi kapasitesini artırarak, tedavi edilmiş veya değiştirilmiş bir kapakçığın uygun şekilde işlev gösterdiğinden emin olmak için yürütülen prosedürler sırasında, cerrahın kan akışını gerçek zamanlı görüntülemesine ve değerlendirmesine imkan tanıyor, bu da regürjitasyonu düzeltmek için ikinci bir müdahale ihtiyacını ortadan kaldırıyor.

Yale Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Doç. Dr. Lissa Sugeng, Acuson SC2000 Prime hakkında şunları ifade ediyor: "Volüm renkli Doppler son derece önemli. Siemens'in yeni volüm görüntü alma kapasitesi sayesinde, kapakçığın tamamını görebiliyor, regürjitan jeti konumlandırabiliyor ve açıklığın ölçüsünü hızlıca değerlendirebiliyorum; böylece prosedüre rahatça devam edebiliyoruz."



Acuson SC2000 Prime ile sunulan bir başka yenilik ise, kardiyak prosedürler sırasında kalp kapakçıklarını ölçmek için otomatik bir yazılım olan eSie Valves geliştirilmiş analiz paketi. Kalp kapakçıklarını ölçmekte kullanılan standart yazılımın işlemleri birkaç dakika sürerken, eSie Valves aort ve mitral kapakçıkların otomatikleştirilmiş ölçümünü saniyeler içinde* yapıyor. Cihaz ölçümlendirmesi ve cerrahi tedavilerde yardımcı olan bu bilgi, doktorların kapakçık anatomi ve fizyolojisini kolay ve hızlıca değerlendirmesine imkân tanıyor.

Siemens Ultrason CEO'su Dr. Jeffrey Bundy, şunları belirtiyor: "Acuson SC2000 Prime'in kalp kapakçığı hastalıklarının teşhis ve tedavisinde doktorlara sunduğu imkanlarla iftihar ediyoruz. Siemens olarak, standartları belirleyen performans ve iş akışına sahip aletler sunmayı, hekimlerin hastalarına odaklanarak yeni ve daha etkili prosedürler keşfetmelerini sağlamayı hedefliyoruz."

Z6Ms gerçek volüm TEE transdüsörü ve eSie Valves paketini içeren yeni PRIME teknolojileri, aynı zamanda Acuson SC2000 sisteminin eski versiyonlarına bir güncelleme olarak da sunuluyor.

* Sonuçlar değişkenlik gösterebilir. Yayınlanmamış veri.

“MIYABI anjiyo BT ile hasta hacmimizi %20 oranında artırdık”

Yazı: Jürgen Schönstein | Fotoğraflar: Thomas Steuer

MIYABI süiti satın almanızın nedeni neydi?

Mevcut dört girişimsel radyoloji süitimizden birini değiştirme fırsatımız vardı ve bu konuyu aramızda detaylı bir şekilde tartıştık. En önemli nokta, bir plana sahip olmaktır. Sadece gidip cihazı alıp, sonra da her şeyin iyi gitmesini bekleyemezsiniz; böyle bir yaklaşım, çok pahalıya patlayabilir. Bizim de bir planımız vardı. Doktorlar, uygulamaları için neye ihtiyaç duyduklarını biliyorlardı; doktorlar, diğer doktorların dikkatini çekebilmek ve daha fazla sayıda hastanın bakımını üstlenebilmek için uygun araçlara ihtiyaç duyuyorlardı. Biz de her şirket gibi çevremize bakındık ve içinde bulunduğumuz rekabetin bizi nereye götürdüğünü gördük.

Ne tür bir rekabet içindesiniz?

Eskiden birçok hasta tedavi için MD Anderson veya Mayo Clinic gibi kurumlara giderdi. Sahip olduğumuz MIYABI çözümü sayesinde artık bu topluluk içerisinde de dünya çapında

bakım hizmeti sunabiliyoruz. Bu durum, hastalar için çok daha iyi, çünkü hasta aileleri burada aldıkları hizmetin bedelini rahatlıkla karşılayabiliyorlar.

Yani MIYABI süiti rekabetten kopmamak için mi satın aldınız?

Giderek daha fazla sayıda prosedürümüz, BT yönlendirmeli hale geliyor. Girişimsel prosedürlerin birçoğu birkaç saat sürüyor, iki BT tarayıcımız da sürekli kullanım halinde bulunuyor. Biz, 1. seviye bir travma merkeziz, diğer bir deyişle bu merkeze çok sayıda yaralı geliyor. Bazen hasta bakımını geciktirmek zorunda kalıyoruz, çünkü iki BT tarayıcımız da sürekli meşgul durumda oluyor.

Bu sorunu nasıl çözdünüz?

Mevcut hasta hacmine yanıt verebilmek için başka bir BT sistemine ihtiyaç duyuyorduk. Nihai olarak BT tekniğini girişimsel prosedür ile birleştirme fırsatını yakaladık ve

tercihimizi MIYABI sisteminden yana kullanmaya karar verdik.

Böyle bir yatırımı yapmanızda hangi faktörler rol oynadı?

İşimin bir bölümü de geleceği görebilmektir; örneğin, güncellemeleri nasıl yöneteceğimiz konusu gibi. Zaman da önemli bir faktördür. Nitekim ameliyat odasını boşalttıktan sonra beş gün içinde tekrar kullanılabilir hale getirebildik. Burada başarının büyük kısmı, Dr. Lacey'e aittir; kendisi bizim için bu noktada, söz konusu zaman zarfında her bir cihaz hakkında bilgi sahibi olan ve bu bilgileri, klinik açıdan faydalı bir şeyler üretmek üzere bir araya getiren bir uzmandır. Bu, sadece entelektüel düzeyde yürütülen bir yaklaşım değildi; söz konusu cihazları, halihazırda hasta bakımını iyileştirmek amacıyla kullanıyoruz.

Bu iyileşmeyi nasıl ölçümlüyorsunuz?

Her ay yaklaşık 600 hasta tedavi ediyoruz ve komplikasyon oranımız muhtemelen sadece iki hastadır. Bu, o kadar düşük bir rakam ki bunu, yüzdelik bir sayı olarak dahi ifade edemiyoruz.

Peki maliyetler açısından durum nedir?

Bugün itibarıyla odaklandığımız tek konu, sağlık hizmetleri maliyetini düşürmek. MIYABI süitini satın alarak, hasta bakım kalitesini ve güvenliğini artırdık ve daha önce sadece cerrahi olarak yapabildiğimiz bazı şeyleri ameliyatsız yapabilir hale geldik. Hastaları ayakta tedavi ettiğimiz için maliyetleri düşürmeyi başardık. Hastalar, bulundukları bölgede kalıyorlar çünkü artık başka bir hastaneye gitmek zorunda değiller; bu durum da hastaların katlandıkları maliyetleri düşürüyor. Tüm bu hususları, hastanemiz için hazırladığımız iş planında ortaya



ABD, Des Moines merkezli Iowa Methodist Tıp Merkezi

koymuştum. Zaten MIYABI sistemini satın almamızın nedenleri de bu konulardı.

O dönemden beri hasta hacmi ne kadar arttı?

MIYABI sistemini kurduğumuzdan beri aylık tarama adedimiz 530'dan 630'a yükseldi. Aradaki fark, yeni hastalardan kaynaklandı...

Tüm bunları sağlayan da bir MIYABI odası hazırlamanız mıydı?

Kurumumuzda çalışan radyolog sayısı üçte bir oranında arttı; yeni sistem, önemli bir istihdam aracıydı. Gerçekçi olalım, kimse eski bir bölümde eski ekipmanlarla çalışmak istemez. Eski araç gereçlerle en iyisini elde etmek güç. Bu, sistemin beklemediğimiz bir faydasıydı. Yeni sistem, radyoloji bölümümüzün yeni radyologlar istihdam etmesini sağladı. Genişleyen radyolog kadromuz ve sunduğumuz hizmetlerdeki artış sayesinde artık daha fazla insan kurumumuza başvuruyor.

Tıp Merkezi'nde dolaşırken tek bir Alman üretici tarafından geliştirilmiş çok sayıda tıbbi teknoloji görüyoruz. Bunun nedeni nedir?

Kurumumuzda çok sayıda Siemens ekipmanı mevcut, çünkü personelimizin büyük kısmı bu ekipmanlar ile ilgili eğitimler aldı. Buradaki durum, Southwest Havayolları ile benzerlik gösteriyor; şirketin tek tip uçakları var ve bu sayede pilotlar sürekli olarak eğitime tabi tutulmuyorlar. Şirket, tek bir tip ekipman alıyor ve bu ekipman, tüm uçaklar ile uyumlu. Bir keresinde Southwest şirketinin başkanının konuşmasını dinlemiştim ve kendime



MIYABI Anjiyo BT süiti, Tıp Merkezi'nde mevcut dört anjiyografi laboratuvarından biridir.

sordum biz niye aynısını yapmıyoruz diye. Neden üç farklı BT tarayıcımız, üç farklı ultrason cihazımız olsun diye düşündüm. Kendi küçük savaşımı verdim ve şu an tek bir tedarikçi ile çalışıyoruz; bu sayede arıza süreleri kısalmış durumda. İşler gayet güzel gidiyor.

En son medikal teknolojiler hastalar için iyi – peki bütçeniz ne durumda?

Bu konuşmayı belki en az 10 kez yapmışımdır. Kurumumuz, yukarıda bahsettiğim tüm konuları dikkate alıyor: Diğer hastaları kurumumuza nasıl çekebiliriz? Doktorlarımıza nasıl destek olabiliriz? Eminim, Ekonomik Hasta Bakım Yasası'nı ifade eden "Obamacare" adlı planı duymuşsunuzdur. Bu yasanın koşullarından biri de düşük maliyetlerle yüksek kalitede hasta

bakım hizmeti sunmaktır. Biz bunu gerçekleştiriyoruz! Bu, bana hitap eden ve çok önem verdiğim bir konu.

Coğrafya bölümünden mezun olan Jürgen Schönstein, 1985 yılından beri gazetecilik yapmaktadır. DIE WELT, Springer Dış Haberler Servisi (New York Muhabiri) ve FOCUS (ABD Muhabiri 2001-2010), görev aldığı yerlerden bazılarıdır. 2011 yılından beri ScienceBlogs.de adlı Alman menşeli bilim portalının baş editörüdür, aynı zamanda Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) akademik yazarlık üzerine ders vermektedir. WIRED dergisinin Almanca baskısında serbest yazar olarak görev almakta ve Massachusetts, Cambridge'de ikamet etmektedir.



Todd Kranpitz

Todd Kranpitz, merkezi Des Moines-ABD'de bulunan Iowa Methodist Tıp Merkezi Radyoloji, Respiratuar Tıp ve Uyku Laboratuvarı Bölümü Yetkili Müdürü'dür. Eğitimli bir radyoloji teknisyeni olan Todd Kranpitz, bölümünde kullanılan ekipmanı, değerli bir keman ile kıyaslıyor: "Çalmasını bilmiyorsanız keman sadece güzel bir dekorasyon olur. Ancak hünerli ellerde, gerçekten olağanüstü şeyler üretebilirsiniz."

Cios Alpha: Kalp cerrahisinde flat dedektörlü, mobil C-kollu görüntüleme

Yazı: Matthias Manych | Fotoğraflar: Sven Doering

Dr. Bruno Podesser, ameliyathanede gerçekleştirilen işlemler üzerinde önemli bir etki yaratan unsurlardan biriyle her gün karşılaşır: demografik değişim. Dr. Podesser'in görev yaptığı bölüme başvuran hastaların ortalama yaşı, 20 yıl önceki hastaların ortalama yaşından 8-10 yıl daha fazla. Dr. Podesser özellikle şu tespiti yapıyor: "Koroner girişimlere tabi tutulan hastaların ortalama yaşı 68. Bu düzey, kalp kapağı ameliyatlarında 72 yaşa kadar yükseliyor." Bu rakamlar belirli bir anlam ifade ediyor çünkü yılda yaklaşık 1.000 kalp ameliyatının yapıldığı Landeskrankenhaus St. Poelten Kalp Cerrahisi Bölümü, bu alanda Avusturya'nın üç büyük merkezinden biri. Bu bölümde tedavi gören hastaların yaklaşık %50'si koroner arter ameliyatına giriyor, bölüme kabul edilen hastaların %40'ı kalp kapağı değişimi bekliyor, geriye kalan %10'luk kesim ise, kalp kapağı değişimi ile eşzamanlı olarak aort ameliyatı oluyor. Yaşlı ve genelde hassas olan hastaların çoğu, eşzamanlı olarak diğer birçok hastalık ile boğuşuyor. Bu hastalar, minimum düzeyde invazif teknikler ile birlikte minyatürizasyon ve operatif travmaların sayısındaki azalmadan fayda görüyorlar.

Girişimsel cerrahide daha fazla seçenek

Günümüz itibarıyla Dr. Bruno Podesser, giderek daha fazla sayıda hastaya, hem daha uzun hem de daha kaliteli yaşama imkan sağlayan çok farklı tedavi seçenekleri sunabildiği için son derece memnun. Dr. Podesser, örnek olarak, "üç damar hastalığı nedeniyle gerçekleştirilen stent graft implantasyonundan seneler sonra kendilerine dönen ve hala bypass olabilecek" hastaları

gösteriyor. Diğer örnekler arasında, aort stenti greftleri ile elde edilen başarılar ve biyolojik aort kapağı protezleri ile tecrübe edilen uzun dönemli, memnun edici sonuçlar yer alıyor. Bununla birlikte, hibrit ameliyat odalarının dışında ileri düzey hasta bakımı alanında sağlanan birçok ilerleme, ancak son teknoloji mobil C-kollu sistemlerin sağladığı görüntü kalitesi ve teknik kapasite ile mümkün hale geliyor. Bu bağlamda kalp cerrahisi, aort kapağının vücudun kendi kapağı düzeyinde tam olarak konumlandırılmasını gerektiren transkateter aort kapağı implantasyonu (TAVI) gibi hassas prosedürleri dikkate alıyor. Dr. Podesser, şu şekilde açıklıyor: "Çok yukarıda kalırsam, koroner arter çıkışını kapama riski söz konusu. Diğer taraftan, çok aşağıda kalırsam kapakçık, ventrikül çıkış yoluna doğru geri çekilebilir ve hastanın ölümü ile sonuçlanabilecek ciddi bir komplikasyonla karşı karşıya kalırım." Dr. Podesser'e göre, Cios Alpha gibi mobil C-kollu sistemler ile gerçekleştirilebilecek uygulamalar spektrumu, kalp pillerinin implantasyonundan transapikal ve transfemoral TAVI, karotid anjiyografiler ve ana damarlara tatbik edilen tüm stent teknolojilerine kadar uzanıyor.

... Cios Alpha ile gelişmiş kalite kontrolleri

İntraoperatif kalite kontrolleri, önemli bir konu haline geldi. St. Poelten'deki kalp uzmanları, herhangi bir TAVI prosedürü sırasında her bir adımı (kapak konumlandırma, balon dilatasyonu ve nihai anjiyografi) görüntüleme teknolojisi yardımıyla

Avusturya'da bulunan Landeskrankenhaus St. Poelten Hastanesi, Kalp Cerrahisi Bölümü Başkanı Doç. Dr. Bruno Podesser için yüksek kaliteli X-ray görüntüleri ile stabil enerji, karar süreçlerinde belirleyici güvenlik faktörleridir. Mobil C-kollu Cios Alpha söz konusu olduğunda Dr. Podesser'in görüşü çok net: "Artık ihtiyaçlarımıza cevap veren bir cihaza sahibiz."

Dr. Bruno Podesser, mitral ve aort kapaklarının rekonstrüksiyonu ve replasmanında uzmanlaşmıştır.



raporlamaya maksimum düzeyde önem veriyor. Ayrıca, karotit cerrahisinde intraoperatif anjiyografi de standart bir kontrol prosedürü. Artık Cios Alpha sistemi de bu amaç için kullanılabilir. Yeni flat detektör, sadece 1,5x1,5 k çözünürlük değil aynı zamanda geleneksel görüntü yoğunlaştırıcılardan %25 daha geniş bir alanı temsil eden 30x30 cm'lik bir görüş alanına sahip. Bu yeni teknoloji sayesinde, karar verme süreçlerinde belirleyici olan tüm yapılar,

detektörün tüm yüzey alanı boyunca distorsiyonsuz bir şekilde görüntülenebiliyor.

Koroner arterlere herhangi bir müdahale gerektiğinde yüksek çözünürlük her zaman önemli bir konu olacak. Ayrıca, transapikal kalp kapağı değişimi sırasında, orijinal kapak üzerinde yer alan ve balon kateter tarafından vasküler duvarın içine doğru itilmiş olan kalsiyum depoları, koroner arter çıkışını yerinden çıkaracak. Böyle bir durumda, aynı müdahale sırasında

stent tedavisi de zorunlu. Dr. Podesser, bu konuyu vurguluyor: "Bu noktada, Cios Alpha sisteminin sunduğu yüksek çözünürlüğün vazgeçilmez olduğu konusunda herhangi bir şüphe yoktur." Hızlı görüntüleme sekansı, Cios Alpha sisteminin, "atan kalbe cerrahi müdahale" olarak bilinen operasyonda kullanımını ideal hale getiriyor. Her bir pikselde bulunan görüntü verileri, saniyede maksimum 30 kez taranıyor.

Kalp cerrahisinde intraoperatif görüntüleme

Dr. Podesser, kariyeriniz boyunca neler değişti?

Podesser: 20 yıl önceki durumu, bugünkü çalışma koşulları ile kıyaslamak neredeyse imkansız. O dönemlerde intraoperatif görüntüleme, sis veya kar tipisinde dolaşmak gibi bir şeydi. İşte bu nedenle, kalp pili telleri için metal çekirdeklerin keşfinden mutlu olduk, çünkü bu, X-ray görüntülerinde nerede durduğumuzu kesin bir şekilde görebilmemizin tek yolu. Örneğin, atriyum ile ventrikül arasındaki sınırı tanımlamak gerçekten çok zordu. Mobil C-kollu Cios Alpha sistemi, bu işlemi oldukça kolaylaştırıyor.

Cios Alpha sisteminin sunduğu görüntü kalitesi işinizi nasıl etkiliyor?

Podesser: Cerrah olarak cerrahi unsurlara odaklanmamız gerekiyor. Artık tüm önemli yapıları görebiliyorum ve daha da önemlisi, tüm dikkatimi mevcut operasyon üzerinde toplama lüksüne sahibim. Minimum düzeyde invazif cerrahi, doğal olarak ayaklarımızın altındaki güvenli platformu terk etmemizi gerektiriyor. İntraoperatif



Cios Alpha sistemiyle hassas transkateter aort kapağı implantasyonu (TAVI)

görüntülemenin yeni bir unsuru da bu işlemin, kaybettiğimiz güvenlik duygusunu, elde edilen görüntülerin komple satisfikasyonu aracılığıyla bize geri vermesidir. Cios Alpha sistemiyle çalışmak, muhtemelen operasyon sürelerini de kısaltacaktır. Her şeyin ötesinde hastalar, daha az sıkıntı çekecekler ki bu, bence elde edilen en önemli faydadır.

Mobil X-ray sistemi Cios Alpha hakkındaki genel değerlendirmeniz nedir?

Podesser: Bu mükemmel cihaz, kalp cerrahisinin her aşamasında medikal müdahalelere imkan veriyor. Şu an için bundan daha fazlasını bekleyemeyiz.

Vaka çalışması: Yüksek düzeyli stenoz nedeniyle aort kapağı değişimi operasyonu: Mobil C-kollu Cios Alpha sistemiyle transapikal TAVI

Arka plan: Edinsel aort kapağı stenozları, inflamatuvar süreçler, doğal bozulma veya kalsiyum depoları nedeniyle tetiklenebilir. Söz konusu vakada, aortun sol akış yolu boşluğunda bir kapak stenozu bulunuyor ve bu stenoz, kalbin kan pompalayan sol kısmına karşı yüksek düzeyde bir direncin oluşmasına yol açıyor. Aort kapağı stenozu, Batı ülkelerinde en sık görülen kalp kapağı rahatsızlığıdır ve yaş ile birlikte görülme sıklığı artar. 75 yaş ve üzerindeki hastaların yaklaşık %4'ü, bu rahatsızlıktan etkilenmiş durumdadır.

Hasta: Birkaç yıl önce, 83 yaşındaki kadın hastaya, iki damar hastalığı nedeniyle iki koroner stent ve kalp pili takıldı. Hastada ayrıca giderek artan düzeyde solunum yolu rezistansı mevcuttu. Ameliyat öncesi durum: Ciddi solunum güçlüğü ile birlikte yüksek düzeyde kireçlenmiş aort kapağı.

Tedavi kararı: Eşzamanlı hastalıklar, hastanın genel zayıf durumu ve ameliyat sonrası yüksek felç riskinin söz konusu olduğu yüksek düzeyde aort kapağı stenozu nedeniyle hastaya,

transapikal TAVI prosedürü uygulamasına karar verildi.

İntraoperatif zorluklar: Yüksek riskli bir hastada orijinal aort kapağının komple değiştirilmesi ve yeni kapağın doğru bir şekilde konumlandırılması gerekiyordu. Görüntüleme sisteminden beklenen, hızlı görüntü sekanslama yapması, son derece yüksek düzeyde bir çözünürlük sunması ve aralıksız bir jeneratör gücüne sahip olmasıydı. Diğer alanların yanı sıra koroner arter çıkışlarını görüntülemek için kullanılan görüntü çıkarmalı anjiyografi, canlı grafiksel

görüntülerin gösterimini destekledi. Bu fonksiyon, TAVI prosedürünün en kritik anında önemli bir yönlendirme aracı olarak işlev görüyor: Uzun dönemli stabilite için yeni kapağın en doğru şekilde konumlandırılması.

Sonuç: Prosedür sonunda çekilen kontrol amaçlı görüntülerde, yeni kapağın planlanan pozisyona yerleştirildiği ve normal bir şekilde açıldığı görüldü. Hastanın ihtiyaç duyduğu oksijen tedariki başarıyla yeniden tesis edildi ve hasta, prosedürden yedi gün sonra taburcu oldu.

Cios Alpha, tüm ülkelerde ticari olarak mevcut olmayabilir. Yasal nedenlerden dolayı bu sistemin gelecekte erişilebilirliği de garanti edilemez. Daha detaylı bilgi için lütfen yerel Siemens yetkilisine başvurunuz. Bu belgede belirtilen, Siemens müşterilerine ait ifadeler, müşteriye özel ortamlarda elde edilmiş somut sonuçlara dayanmaktadır. Standart bir hastane konsepti olmadığı ve çok sayıda değişken (örneğin, hastane büyüklüğü, vakalar, IT sistemlerinin kullanım düzeyi, v.b.) bulunduğu için diğer müşterilerimizin de aynı sonuçları elde edeceğine dair bir garanti söz konusu değildir. Konuşmacı, ürün referans hizmetleri sunmak üzere Siemens tarafından ayrıca görevlendirilmiş ve kendisine ödeme yapılmıştır. Satış hakları ve hizmet erişimi üzerindeki bazı bölgesel kısıtlamalar ışığında, bu broşürde belirtilen ürün, hizmet ve özelliklerin tamamının, Siemens'in dünya çapındaki satış organizasyonu aracılığıyla erişilebilirliğini garanti edemeyiz. Ürnlere erişim ve ambalajlama, ülkeden ülkeye değişiklik gösterir ve bunlara ilişkin koşullar, Siemens

tarafından önceden haber verilmeksizin değiştirilebilir.

Bu belgedeki bilgiler, ürünlerin özellikleri ile seçeneklerin genel tanımlarını ve bireysel durumlarda her daim bulunmayabilecek standartları ve opsiyonel özellikleri içerir. Siemens, önceden haber vermeksizin, bu belgede belirtilen ürün tasarımı, ambalajlama, ürün özelliklerini ve seçenekleri değiştirme hakkını saklı tutar. En güncel bilgiler için lütfen yerel Siemens Satış yetkilisine başvurunuz.

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

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



Dr. Podesser: "Artık tüm önemli yapıları görebiliyorum ve daha da önemlisi, tüm dikkatimi mevcut operasyon üzerinde toplama lüksüne sahibim."

Kalp cerrahisinde intraoperatif görüntüleme

Cios Alpha, ayrıca patentli aktif soğutma sistemli 25 kW'luk bir jeneratör ile donatıldı. X-ray tüpünün gücü, optimum düzeyde hassasiyet sunuyor. Bu, özellikle ileri düzeydeki obez hastaların görüntülenmesinde önemli. Soğutma sistemi ise, uzun prosedürler sırasında dahi jeneratöre aralıksız bir şekilde güç sağlıyor. Bu, Dr. Bruno Podesser için son derece kritik bir güvenlik unsuru. Eski tip C-kolları, aşırı ısınmaya karşı bir önlem olarak, nispeten çok daha hızlı bir şekilde (yaklaşık 10 dakikalık bir kullanım süresinin ardından) kendilerini kapatırdı. Eski nesil, mobil C-kollu sistemleri kullanarak diğer tedaviler sırasında TAVI prosedürü uygulamak imkansızdı. Dr. Podesser'e göre C-kolu, yeni aort kapağı yerleştirilirken herhangi bir zayıflık emaresi göstermemeli.

Kalp cerrahisi Dr. Podesser, şöyle açıklıyor: "Cios Alpha sistemiyle artık böyle bir sorunumuz kalmadı. Kritik anlarda hastanın hayatı pamuk ipliğine bağlı. Bu noktada teknik bir sorun ile karşılaşsam bunun sonucu felaket olur."

Basit kullanım, gelişmiş iş akışları, yüksek güvenlik

St. Poelten'de TAVI operasyonları için Cios Alpha sistemiyle yapılan testler sırasında Dr. Podesser ve ekibi, mobil C-kollu sistemli iş akışının, eski modellerle olan iş akışlarına kıyasla çok daha akıcı olduğunu keşfettiler. Yeni sistemin geniş görüş alanı, tüm gövdenin tek bir görüntü içerisinde görüntülenmesini sağlıyor. Sonuç olarak, C-kolunu başka görüntüler almak üzere yeniden konumlandırmaya gerek kalmıyor, bu durum da kullanılan kontrast maddeden tasarruf sağlıyor. Ancak C-kolunun yeniden konumlandırılması gerekiyorsa cerrah, bu işlemi tek bir butona basarak flat dedektör üzerinde hızlı ve kolay bir şekilde yapabiliyor. Dr. Bruno Podesser, motorizasyonla ilgili olarak da büyük umutlar taşıyor. Bu

fonksiyon, belirli bazı C-kolu projeksiyonlarının açıklık ayarı ile birlikte kaydedilmesini ve prosedürün ileri bir aşamasında tek bir düğmeye basılarak aynı ve hızlı bir şekilde geri çağırılmasını sağlıyor.

Kalp cerrahisi Dr. Podesser, ince tasarımlı monitör arabasının mobil flat ekranlarından (ameliyathanedeki dar alanlarda son derece kullanışlı), özellikle de dokunmatik ekranın kullanıcı arabiriminden oldukça etkilendi. Bu özelliklerden son derece memnun olan Bruno Podesser, şöyle diyor: "Kilit radyolojik bilgileri sol tarafta gösteren mantıklı yapı, hasta bölümü ve son olarak, asıl görüntünün işaret ettiği alan, yüksek düzeyde sezgisel operasyonlara olanak sağlıyor." Cios Alpha sistemi sayesinde hassasiyet düzeyi ve implantasyonla istenen sonuçların elde edilme olasılığı, canlı grafiksel gösterimle daha fazla artıyor. Bu fonksiyon, örneğin kalp kapağı değişimi sırasında, implant edilen kapağın mümkün olabildiğince doğru konumlandırılması için valvüler düzeyin X-ray görüntüsü üzerinde işaretlenmesine imkan veriyor. Dr. Podesser, "canlı grafiksel görüntüleme fonksiyonunun, büyük öneme sahip rutin bir araç olma potansiyeline" ikna olmuş durumda.

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



Doç. Dr. Bruno Podesser

Dr. Bruno Podesser, öğrencilik yıllarından beri kardiyovasküler araştırmalara katılıyor. Dr. Podesser, yirmi yıl önce Viyana Tıp Üniversitesi'nde (MUV), kendilerini sadece araştırma yapmaya adanmış bir grup genç öğrencinin çalıştığı bir laboratuvar olan Viyana "Working Heart" Araştırma Grubu'nu kurdu. "Working heart" (çalışan kalp) terimi, izole bir kalp simülasyonu üzerinde yapılan çalışmaları ifade ediyor. Dr. Podesser, bu tekniği 1991 yılında ABD'de öğrendi ve Viyana'ya tanıttı. Dr. Podesser, aynı zamanda 2006 yılından beri "Ludwig-Boltzmann-Cluster for Cardiovascular Research" (Kardiyovasküler Araştırmalar için Ludwig-Boltzmann Topluluğu) grubu yönetim kurulunda yer alıyor. Dr. Podesser'in araştırma öncelikleri arasında biyolojik kalp kapağı değişimi ile kalp ameliyatı sırasında intraoperatif kalp koruma tekniklerinin uzun vadeli sonuçları yer alıyor. Dr. Podesser, Landesklinikum St. Poelten'de 1998 yılından beri kalp cerrahisi olarak görev yapıyor. Burada, klinik açıdan temel olarak kalp kapaklarının, özellikle de mitral ve aort kapaklarının rekonstrüksiyonu ve replasmanına odaklanıyor.

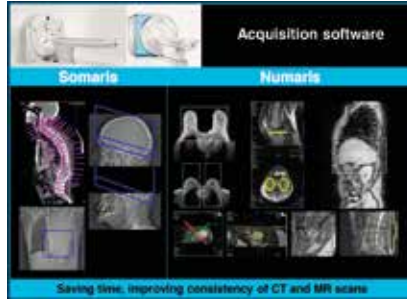
Siemens ALPHA teknolojisi insan anatomisini tanımlıyor ve yorumluyor

Siemens olarak, hasta güvenliğini ve sağlığını ön planda tutan daha yüksek kalite, daha düşük işletme maliyetleri ve daha etkin medikal çıktılar sağlamaya yönelik sistem ve çözümler sunmaya devam ediyoruz.

Düşük dozla kullanım olanağı sunan görüntüleme cihazlarının dünya çapında yaygınlaşması için teknolojimizi, özellikle bilgisayarlı tomografi gibi radyasyon temelli alanlarda ve pediatri de birinci önceliğimiz olan düşük doz üzerine kuruyoruz. Bu bağlamda sadece Siemens'e özel radyasyon dozu koruma programları kullanıyor; görüntüleme teknolojilerinde düşük radyasyon dozu, yüksek zamansal çözünürlük ve hasta konforu odağında cihaz ve sistemler geliştiriyoruz.

Yeni uygulamalar ve fonksiyonlarla donatılan Siemens syngo.via yazılımı da, insan anatomisini anlıyor ve iş akışında sağlık sektörü çalışanlarına destek sağlamayı hedefliyor. Bu yazılımdaki en son yenilik, yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş ve standartlaştırılmış uygulamalardan oluşan syngo.via General Engine paketi. Bu paketdeki "Anatomical Range Presets" BT ve MR görüntülerinde vücudun her bölgesini ayrı ayrı ele alıyor, görüntüleri uygun şekilde ayarlıyor ve vakanın incelenmesi için detaylı görüntüler sunuyor.

Siemens, Mart ayında gerçekleşen Avrupa Radyoloji Konferansı'nda ALPHA teknolojisi ve yeni syngo.via V30 özelliklerini ilk kez tanıtmıştı. Daha yüksek verimlilik odağında geliştirilen syngo.via V30, yeni ve geliştirilmiş fonksiyonları sayesinde iş akışının tamamındaki verimliliği artırıyor. V30 okumayı hızlandırırken teşhis güvenilirliği de sağlıyor ve sonuçları yüksek kalitedeki raporlarla paylaşmayı önemli ölçüde kolaylaştırıyor.



ALPHA teknolojisi syngo.via'da

• ALPHA teknolojisiyle Anatomik Aralık Ayarları (Anatomical Range Presets)

Öncü ALPHA teknolojisi, anatomik yapıyı otomatik olarak tanımlayıp yorumlayarak hızlandırılmış okumaya destek sağlıyor. Anatomik Aralıklar daha akıllı, hızlı, kesin ve tutarlı okuma için paralel, radyal ve kavisi alanlar seçeneği ile anatomik ön ayarlardan oluşturulan bir seçeneği içeriyor.

ALPHA teknolojisi görüntüleme sistemlerinde konvansiyonel süreçlere kıyasla ileti aralıkları açarak, anatomik ön ayarları seçerek ve aralık oluşturarak iş akışlarındaki aşamaları büyük oranda azaltıyor. Anatomik Aralık Ayarları, tutarlı sonuçları verimli bir şekilde oluşturuyor. ALPHA teknolojisiyle, seçilen anatomiye göre sıralanmış aralıklar sadece iki tıklamayla otomatik kullanıma hazırlanıyor. ALPHA teknolojinin tutarlı görüntü kalitesi hızlı sonuçlar, yüksek hasta girdi-çıkışı ve düşük alıştırma ihtiyacı sunuyor. Bu teknolojinin sonuç sağlama ve sonuç yönetiminde sunduğu verimli okuma, teşhis kalitesine ayrıca okuma ve ölçümlerde standardizasyona imkân tanıyor.

• syngo.via İleri Raporlama (Advance Reporting)

İleri Raporlama, raporlama sürecindeki iş akışını hızlandırıyor, daha yapılandırılmış ve esnek hale getiriyor. Tek bir belgeden

tüm bulgulara verimli bir erişim sağlarken bu bulguları başka bir sisteme tek bir tıkla iletebiliyor. Ayrıca, yüksek kaliteli bir rapor oluşturmak üzere sayısız düzenlemelerden seçim yapılabilmesini sağlıyor.

Tüm bulguların tek bir raporda toplanması, teşhis ve tedavi süreçlerine önemli kolaylıklar getiriyor. Tek bir vaka için çok sayıda şablon sunan 'gelişmemiş' raporlama sistemlerinde sabit şablonların değerlendirme sırasında geçici olarak değiştirilememesi gibi engeller, İleri Raporlama sayesinde ortadan kalkıyor. Böylece, sonuçların esneklikle bir araya getirilebilmesi büyük resmi görmeye yardımcı olurken küçük bulgular da yapılandırılmış bir şekilde kolayca raporlanabiliyor.

ALPHA teknolojisi, okumada verimlilik, teşhiste kalite, görüntü ve ölçümlerde standardizasyon sunarken İleri Raporlama da verimli raporlama, standart sonuçlar ve iletişim kalitesi getiriyor.

• syngo.CT Hızlı Stent Planlaması

Hızlı Sonuçlar Teknolojisinin bir uzantısı olan Hızlı Stent Planlaması, tüm uzunluk ve çap ölçümlerinde rehberlik sağlıyor ve sonuçları otomatik olarak iletiyor. Bu, doğruluk payını iyileştirirken vakit alan süreci de hızlandırıyor.

• syngo.Breast Care Link-it

The syngo.Breast Care Link-it uygulaması, 2B ve 3B dosyalar, mevcut görüntüler, önceki tetkikler, tedavi sonrası takipler ve hatta başka mamografi sistemlerindeki görüntüler gibi çoklu okumalar aracılığıyla ilgi alanlarını birleştirerek kalite ve verimliliği yükseltiyor. Bu, karar alma sürecini hızlandırmaya yardımcı olurken teşhis güvenilirliğini de yükseltiyor.

Adenozin-stres dinamik miyokardiyal BT perfüzyonu kullanılarak miyokardiyal iskemi değerlendirmesi

Dikraniant T.¹, MD; Ghijselings L.², MD; Vargas Lobos M.², MT; Genard L.², MT; Derauw O.², MT; Deconinck D.², MT

¹ Dahiliye Bölümü, Kardiyoloji Ünitesi, Europa Clinics, Brüksel, Belçika

² Medikal Görüntüleme Bölümü, Europa Clinics, Brüksel, Belçika

Hastanın hikayesi

Son birkaç aydır ilerleyen efor dispnesi şikayeti olan 66 yaşında erkek hasta, kardiyak check-up'ı için hastanemize başvurdu. Geçmişte ağır bir sigara tiryakisi olan hasta, son 7 yıldır sigara kullanmamıştı. Hastada, statin ile kontrol edilen orta düzeyde dislipidemi mevcuttu. Konsültasyon sırasında gerçekleştirilen standart analizler, bisiklet stres testi hariç normaldi. Söz konusu stres testinde hastada, herhangi bir ECG anormalliği söz konusu değildi ve 110 Watt'lık maksimum egzersiz seviyesinde dispne bulguları görüldü. Stres testinin sonuçları kesin olmadığı için analizlerin tamamlanması amacıyla hastaya CTA yaptırması önerildi.

Teşhis

CTA görüntülerinde, en yoğun LAD'nin proksimal ve orta segmentlerinde olmak üzere üç koroner arterin tamamında çoklu kalsifiye plaklar görülüyor (Şekil 1 ve 2). Bu nedenden dolayı stenozun gerçekte ne kadar ciddi olduğunu kesin bir şekilde tespit etmek mümkün değildi. Adenozin tatbiki sonrasında ECG sonuçlarında kayda değer bir anormallik tespit edilmedi.

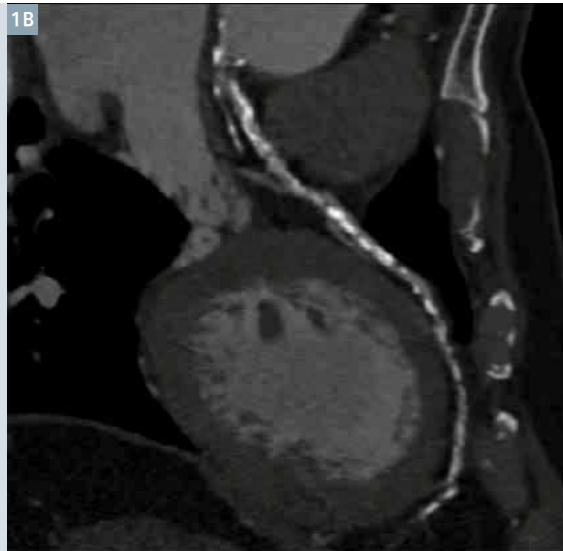
Stres perfüzyon görüntülerinde (Şekil 3), LAD bölgesindeki miyokardiyal kan akışında CFX veya RCA bölgelerine kıyasla belirgin bir artış olduğu görülüyor. Bulgular, söz konusu bölgede belirgin bir iskemi olduğunu ortaya koyuyor.

Kateter laboratuvarında orta LAD bölümündeki stenoz teyit edildi.

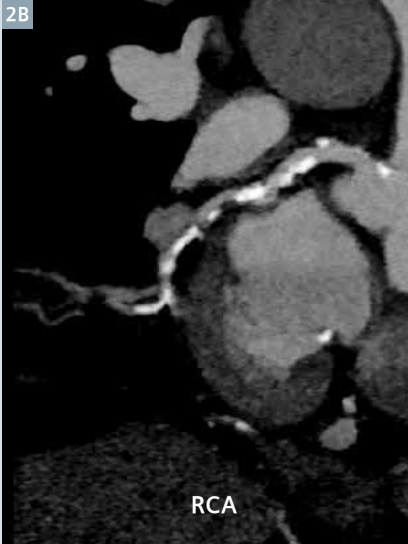
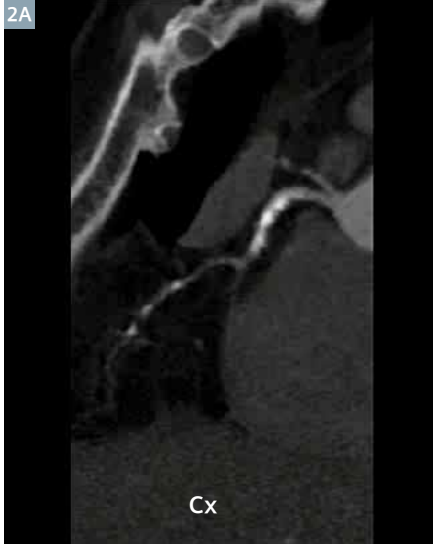
Bunun üzerine hastaya, perkütan transluminal koroner anjiyoplasti tatbik edildi ve orta LAD'ye stent takıldı. Tedavi sonucunda mükemmel anjiyografik sonuçlar elde edildi (Şekil 4).

Yorumlar

CTA, koroner arterlerdeki kalsifiye plakları tespit edebilir ancak koroner arter aşırı derecede kireçlenmişse stenozun şiddetini yorumlamak mümkün olmayabilir. Adenozin-Stres Dinamik Miyokardiyal BT Perfüzyonu, stenozun neden olduğu hemodinamik signifikansın değerlendirilmesine olanak sağlıyor ve optimum tedavi için karar alma süreçlerine destek oluyor.



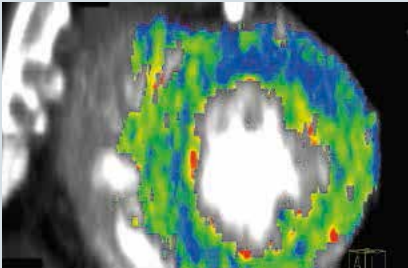
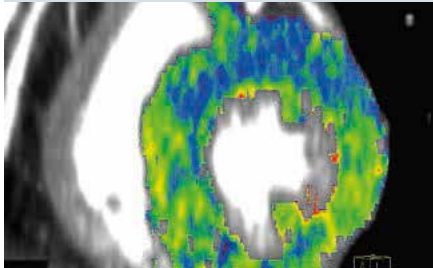
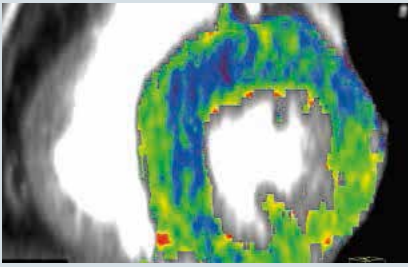
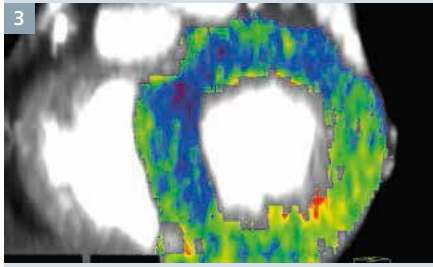
1 VRT (Şekil 1A) ve kavisi MPR (Şekil 1B) görüntüleri, LAD'nin aşırı düzeyde kalsifiye olduğunu gösteriyor.



2 Kavisli MPR görüntülerinde, Cx (Şekil 2A) ve RCA (Şekil 2B) bölgelerinde çoklu kalsifiye plaklar görülüyor.

3 Perfüzyon görüntüleri, LAD bölgesinde miyokardiyal perfüzyon bozuklukları (mavi) olduğunu ortaya koyuyor.

4 Anjiyografi görüntüleri, orta LAD bölgesindeki stenozu teyit ediyor (Şekil 4). Hastaya, PTCA tedavisi tatbik edildi ve orta LAD'ye stent takıldı. Tedavi sonucunda mükemmel anjiyografik sonuçlar elde edildi (Şekil 4B).



İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Definition Flash
Tarama alanı	Kalp
Tarama konumu	VPCT
Tarama uzunluğu	70 mm
Tarama yönü	Kraniyokaudal
Tarama süresi	31 s
Tüp gerilimi	100 kV
Tüp akımı	125 eff. mAs
Doz modülasyonu	CARE Dose4D
CTDI _{vol}	78.2 mGy
DLP	562 mGy cm
Etkin doz	7.9 mSv
Rotasyon süresi	0.28 s
Kesit kolimasyonu	32 x 1.2 mm
Kesit genişliği	3 mm
Rekonstrüksiyon aralığı	2 mm
Rekonstrüksiyon çekirdeği	B23f
Kontrast madde	
Hacim	50 mL kontrast + 40 mL tuz
Akış hızı	6 mL/s
Başlangıç gecikmesi	Test bolusuna göre değişir

Otizm hastaları için ileri düzey MR difüzyon ve spektroskopisi

Jeffrey Berman (Ph.D.), William Gaetz (Ph.D.), Timothy Roberts (Ph.D.)

Philadelphia Çocuk Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Philadelphia, PA, ABD

Genel bakış

Otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan çocuklar, genelde, yaygın sosyal etkileşim anomalileri, zayıf iletişim ve konuşma becerileri ve aşırı yineleyici davranış gibi çok sayıda belirti sergiliyor. Özellikle otizme neden olan, bilinen herhangi bir yapısal, fonksiyonel veya genetik anormallik mevcut değil. Ancak beyin anatomisi ve fizyolojisinde meydana gelen ve otizm belirtileri ile ilişkilendirilebilecek

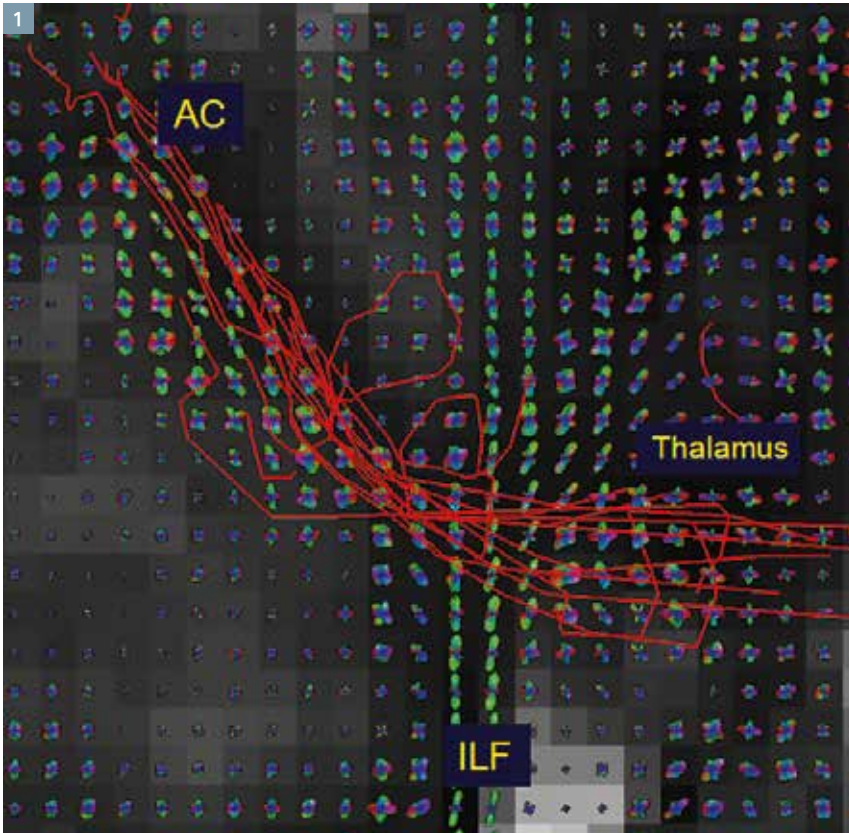
değişikliklere yönelik olarak giderek artan kanıtlar bulunuyor. Beyin anormallikleri açısından, ak madde yapısındaki değişim ve anormal kortikal aktiviteye ilişkin kanıtlar bulunuyor [1, 2]. Özellikle de işitsel uyarılmış kortikal tepkilerde meydana gelen gecikmelerin süreleri, ASD'de manyetoensefalografi (MEG) tekniği ile gözlemlendi [3]. Araştırma merkezimizin ana hedeflerinden biri, işitsel korteksi analiz etmek, çünkü işitme sisteminin fonksiyonel ve yapısal anormallikleri,

otizm spektrum bozuklukları (ASD) ile ilişkilendiriliyor. ASD'nin tek bir nedeninin olmadığı düşünülürse, otizmin biyolojik temelini ve işitme sisteminin bozukluğunu daha iyi anlamak amacıyla yapısal ve kimyasal birçok biyo-marker değerlendirmek fayda sağlıyor.

Laboratuvarımızda, işitme sistemindeki mikro yapı ve kimyasal ortamı analiz etmek için difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme ve GABA MR spektroskopisi teknikleri kullanılıyor. Difüzyon ve spektroskopik MR teknikleri kombinasyonu, ASD'nin yapısal ve nöro-kimyasal anormalliklerine dair genel bir bakış açısı sunuyor. Bu bakış açısı, görüntüleme yöntemlerimizi, tarama sonrası görüntü işleme stratejimizi, elde edeceğimiz ilk sonuçları ve geleceğe yönelik beklentilerimizi şekillendirecektir.

Arka plan

Beyindeki su molekülleri, sürekli olarak Brown hareketi sergiliyor. Difüzyon MR, suyun bu rasgele hareketini, suyun mobilitesine karşı bariyerlerin varlığı için bir sonda olarak kullanıyor. Su difüzyonunun 3D modeli, beyin dokusunun mimarisi ve mikro yapısı ile aksonal demetlerin yönünü göstermek için kullanılabiliyor [4]. Difüzyon fiber izleme yöntemi ise, vokselden voksele tahmini fiber yönünü takip ederek özel ak madde yollarını 3D olarak göstermek için kullanılabiliyor [5]. Difüzyon tensör görüntüleme (DTG), difüzyon ağırlıklı görüntülerin elde edilmesi ve dokuların mikro yapısının modellendirilmesinde klinik bir standart haline geldi. DTG, minimum 6 farklı gradyan yönünde çekilebiliyor ve DTG fiber izleme de ticari olarak bulunuyor. Ancak burada bir sınırlama söz konusu, bu da difüzyon tensör modelinin, çapraz ak madde liflerinin karmaşık yapısını kesin



1 İşitme korteksinden (AC) talamusa kadar işitsel radyasyonun HARDI olasılıksal fiber izleme. Fiber yolları, kırmızı çizgiler ile gösterilmiştir. Temelde yatan HARDI rekonstrüksiyonları da gösterilmiştir. İşitsel radyasyon ile kesişen inferior longitudinal fasikül (ILF), HARDI rekonstrüksiyonları içerisinde yeşil pikler olarak belirtilmiştir.

Tablo 1: Görüntüleme protokolleri

Sekans	Süre	Ölçüm
Keşif (lokalizer)	1 dak	–
MPRAGE (1 mm izotropik)	8 dak	–
Solid açılı q-ball modeli ve akustik radyasyonları yeniden yapılandırmak üzere olasılıksal traktografi kullanılarak HARDI rekonstrüksiyonu (64 yönlü, b = 3000 s/mm ² , 2 mm izotropik çözünürlük)	16 dak	FA, MD, GFA ve özdeğerler akustik radyasyon boyunca entegre edilmiş
MEGA-PRESS – 128 çift transient, TE 68 ms, sağ ve sol hemisfer STG'ye yerleştirilen 40 x 30 x 20 mm'lik tekli voksel	2 x 7 dak	GABA+/Cr

bir şekilde ortaya koyamamasıdır. Bu nedenle, DTG fiber izleme, kesişim noktalarından geçen ak madde yollarını tam olarak takip edemiyor. Bu yollardan biri de, anteriordan posteriora uzanan diğer ak madde yolları ile kesişen işitsel radyasyondur. İşitsel radyasyonlar, talamusun medial genikülat çekirdeğinden gelen akustik bilgileri, primer işitme korteksine ileten önemli bir duyu yoludur ve iletim hızının kısmen kortikal tepki süresini etkilediği varsayılabilir. İşitsel radyasyon, işlevsel olarak önemli bir duyu giriş yolu olsa da DTG tekniğiyle kesin bir şekilde analiz edilemiyor.

Yüksek açısal çözünürlük difüzyon görüntüleme (HARDI), aynı vokseli çaprazlamasına geçen çoklu lif topluluklarını birbirinden ayırt etme özelliğine sahip bulunuyor [6]. HARDI, standart olarak yüksek b-değerlerinde 50'den fazla gradyan yönünde görüntüleme yaparken, DTG için daha düşük b-değerlerinde sadece 6 yön yeterli oluyor. Açısal çözünürlükteki artış, suyun voksel içerisindeki difüzyonunun 3D modelini daha kesin bir şekilde görüntülenmesini sağlıyor. HARDI tekniğiyle fiber izleme yöntemi, ak madde yollarını, lifleri çaprazlamasına geçen bölgeler içerisinde takip edebilirken DTG fiber izleme işlemi, aynı bölgelerde ya duruyor ya da hatalı sonuçlar veriyor. Bu projede, işitsel radyasyonun karmaşık mimarisini kesin bir şekilde ortaya koymak üzere HARDI fiber izleme yöntemi kullanıldı.

Ak maddedeki yapısal anomaliler, işitmedeki gecikmelerin tek potansiyel nedeni değil; gecikmeler, sinaptik ve/veya lokal devre bozukluğundan da kaynaklanabiliyor. Sinaptik/lokal devre bozukluğu konsepti, eksitasyon ve

inhibisyon dengesizliğinden kaynaklanan, ASD'ye ilişkin patojenik bir mekanizma olarak görülüyor. İnhibitör hücre adedindeki değişim, hücrenin intrinsik eksitabilitesi, sinir ağı eksitabilitesi ve düşük nöbet eşikleri gibi özelliklerin tümü, ASD'nin kilit fenotiplerini tekrarlayan hayvan modellerinde tespit edildi. GABA, inhibitör internöronlar ve eksitator piramidal nöronlardan oluşan lokal devrenin salınım hareketini düzenleyen, inhibitör fonksiyonlu bir nörotransmitterdir. Geçmiş çalışmalar, otizmin GABAerjik bozukluk ile ilişkili olabileceğini gösteriyor [7]. Merkezimizde, işitme sisteminin sinapslarındaki kimyasal anomalileri analiz etmek üzere GABA spektroskopisi tekniği kullanılıyor.

Proton manyetik rezonans spektroskopisi (MRS), özel metabolit ve nörotransmitterlerin yoğunluklarının tahmin edilmesine imkan veren bir teknik. MRS, uzaysal olarak belirli spektrumlar sağlamak üzere tanımlı bir ilgi alanı içerisinde gerçekleştirilebiliyor. MEGA-PRESS ise, GABA'nın başta kreatin olmak üzere üst üste bilinen metabolitlerden ayırt edilmesini sağlayan spektral bir düzenleme tekniği olarak ortaya çıkıyor [8]. MEGA-PRESS tekniği, J-etkileşimli GABA CH2 rezonansının farklı evölüsyonlarına sahip iki spektrum çıkarıyor.

Uygulama

Platform

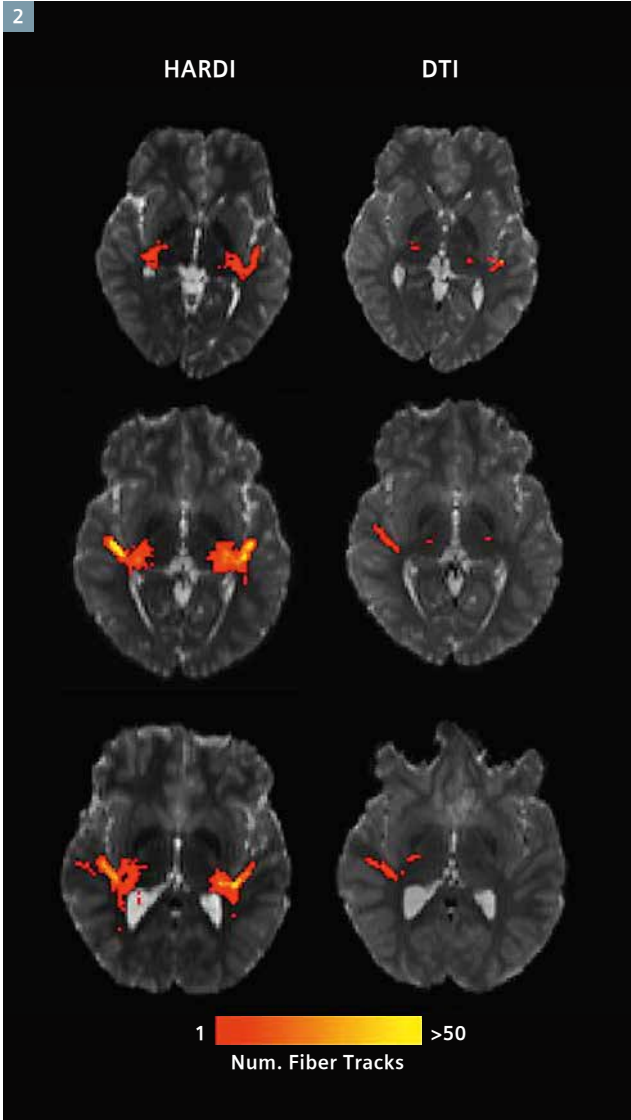
Görüntüleme işlemi, araştırmalarda özel olarak kullanılan bir 3T Siemens MAGNETOM Verio (yazılım versiyonu: syngo MR B17) sisteminde, 32-kanallı, sadece RF alıcı baş coil'i kullanılarak gerçekleştirildi. 1 mm'lik izotropik

çözünürlük elde etmek amacıyla, 256 x 256 x 192 mm'lik görüş alanı 256 x 256 x 192'lik matrisle, aksiyal 3D MPRAGE anatomik taraması rutin olarak yapılıyor. Diğer parametreler şu şekildedir: TR 1900 ms, TE 2,9 ms, TI 1100 ms, flip açısı: 9°.

Difüzyon MR

HARDI görüntülemeye kullanılan parametreler şu şekildedir: 64 adet difüzyon gradyan yönü, b=3000 s/mm², TR 16,9 s, TE 110 ms, paralel ivme 2, voksel ebatları: 2 x 2 x 2 mm, yaklaşık görüntüleme süresi: 16 dak. Bu tarama prosedürünün 6-15 yaşları arasındaki çocuklar için uygun olduğu kanıtlanmıştır (başarı oranı, %80'den fazla). Kıyaslamak gerekirse standart bir DTG prosedüründe parametreler şu şekildedir: 30 adet gradyan yönü, b=1000 s/mm², TR 14 s, TE 75 ms, voksel ebatları: 2 x 2 x 2 mm. DTG verileri, klinik uygulamalarda rutin olarak kullanılan difüzyon sekansı ile elde edilen verilere benziyor. Her iki taramada da, halen geliştirilmekte olan, monopolar Stejskal-Tanner difüzyon kodlama şemalı ve 2 düzeyinde paralel ivmelenme oranlı 511C spin-eko düzlemsel sekansı* kullanılıyor. Olasılıksal HARDI fiber izleme algoritması ile birlikte solid açılı q-ball rekonstrüksiyonu tatbik ediliyor. HARDI q-ball rekonstrüksiyonu, bu yöntemin belirli bir modele bağlı olmaması ve en son geliştirilen solid açılı düzeltme tekniğinin, oryantasyon dağılım fonksiyonuna (ODF) dair kesin bir tahmin sunması nedeniyle tercih ediliyor. Fiber izleme algoritması, oryantasyon dağılım fonksiyonundaki belirsizliği tahmin etmek için artık önyüklemeye yöntemini kullanıyor.

2



2 İşitsel radyasyonun HARDI ve DTG fiber izleme ile takibi, 3 farklı denekte gösterildi. DTG fiber izleme tekniği, talamustan işitme korteksine giden yolu kesin bir şekilde ortaya koyuyor.

Spektroskopik görüntüleme

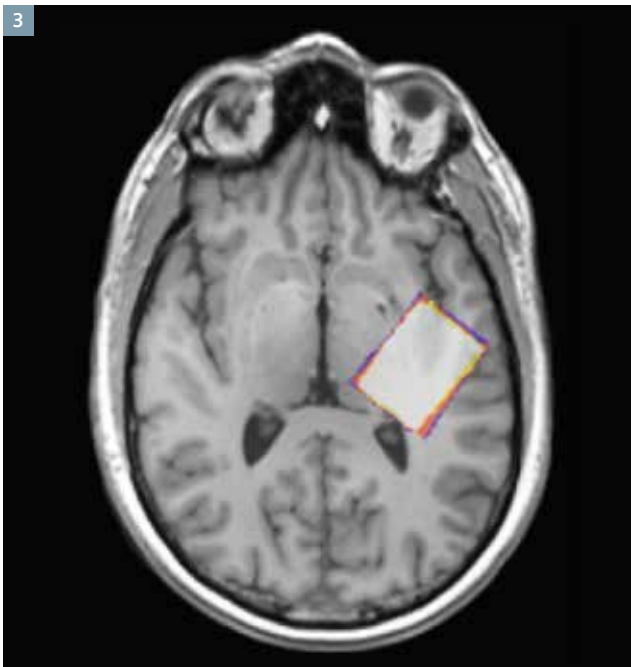
Tek vokselli (40 x 30 x 20 mm) MRS, TE 68 ms'de (< 7 dak.) MEGA-PRESS spektral düzenleme sekansı kullanılarak elde ediliyor. Siemens'in halen geliştirilmekte olan ürün paketi (No: 529) kullanılıyor*. MRS vokselleri, süperior temporal girus üzerinde ortalanıyor. Koronal düzlemde ise vokseller, en yakın skalp yüzeyine en iyi biçimde uyacak ve CSF/kemik/yağ kontaminasyonunu önleyecek şekilde döndürülüyor. Yüksek dereceli lokal tıraşlama, baskılanmamış su piki için 10 Hz'den düşük FWHM çizgi genişlikleri sunuyor. Fourier dönüşümünden sonra, çıkarılmamış kreatin (Cr) rezonansına faz düzeltme uygulanıyor. GABA rezonansı altındaki (3 ppm'de) entegral, ikili bir Gaussian rezonansı (psödo) kullanılarak spektral pik yerleştirme yöntemiyle elde ediliyor. Çıkarılmamış Cr rezonansına ilişkin olarak GABA düzeyleri hesaplanıyor (işlenmemiş her iki transient üzerinden ortalamaları alınıyor) ve bu değerler, GABA+/Cr şeklinde rapor ediliyor. Ölçüm, MEGA-PRESS deneyindeki diğer makro moleküllerin bilinen katkılarını belirtmek üzere 'GABA+' olarak ifade ediliyor.

Sonuçlar

HARDI

Şekil 1'de, inferior longitudinal fasikül (ILF) çaprazlamasına geçen ve işitme korteksini (AC) talamusa bağlayan örnek bir grup HARDI fiber yolu (kırmızı çizgiler) görülüyor. q-ball oryantasyon yoğunluğu fonksiyonları, çaprazlamasına geçen anterior-posterior ILF'ler (yeşil pikler) ile işitsel radyasyonu temsil eden daha küçük sağ-sol pikleri gösteriyor. HARDI fiber izleme, işitme radyasyonunu %98'lik bir başarı oranıyla gösteriyor ve bu değer, DTG fiber izleme tekniğinin %50'lik başarı oranından belirgin bir şekilde daha yüksek bulunuyor ($p < 0.001$) [9]. DTG fiber izleme yönteminin 30-yönlü ve 64-yönlü formlarının başarı oranlarında ise önemli farklar görülüyor. HARDI fiber izleme tekniğinin, sağ ve sol hemisfer işitsel radyasyonlarına ilişkin başarı oranlarında da önemli farklar söz konusu değil. Buna karşın, sol işitsel radyasyon DTG fiber izleme yöntemiyle sağ işitsel radyasyondan daha yüksek bir başarı oranıyla

3



3 MEGA-PRESS manyetik rezonans spektroskopisi için işitme korteksi üzerindeki ilgi alanı.

görüntülendi ($p < 0.03$). Hemisferin, DTG fiber performansı takibi üzerindeki etkisi, sağ ve sol hemisferler arasındaki çapraz fiberlerin düzeyindeki muhtemel farkı ortaya koyuyor.

Başarılı olarak sınıflandırılan DTG vakaları genelde, akustik radyasyon hacminin tamamını doğru biçimde ortaya koyamayan çok az sayıda fiber yolu içeriyor. DTG fiber yolları, Heschl girustan ortaya çıkma eğilimi gösteriyor ve yanlışlıkla dominant anterior-posterior yönündeki ILF'leri takip ediyor. İşitsel radyasyonun tamamını doğru bir şekilde ortaya koyabilen HARDI verileri, standart DTG teknikleri ile uyumlu olmayan fiber yoluna özgü ölçümlerin yapılmasına imkan veriyor.

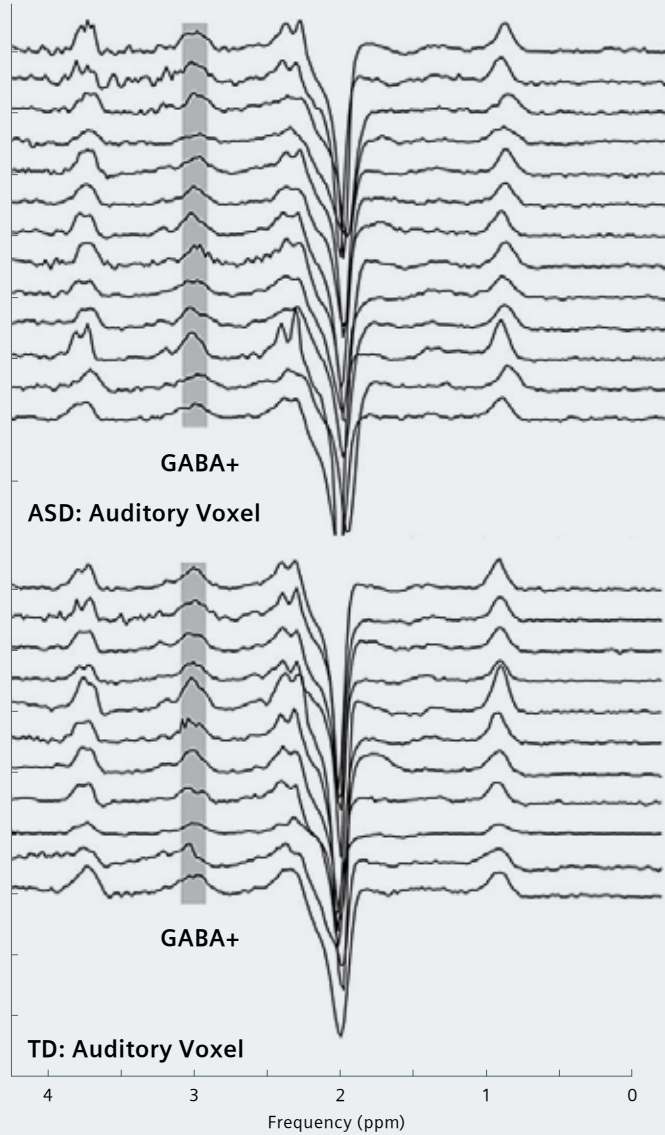
GABA

GABA yoğunluğundaki bölgesel değişimler, ASD'de tek vokseli MEGA-PRESS manyetik rezonans spektroskopisi (MRS) kullanılarak tespit edildi [10]. Bu çalışmada, ASD hastası 13 çocuk yer aldı ve bunlardan 11'i gelişim aşamasındaki çocuklardı (yaş-eşleşmeli). ASD'li çocukların süperior temporal giruslarında tekli voksellerden elde edilen GABA+/Cr oranları, yaş eşleşmeli TD kontrollerine kıyasla belirgin bir şekilde düşüktü ($p < 0,01$). Çocukların merkezi sulkuslarında (motor) da belirgin bir GABA eksikliği tespit edildi ($p < 0,05$), ancak görsel kortekste bu söz konusu değildi. ASD'de GABA düzeyleri işitme sisteminde %22, motor sistemde %11 daha düşüktü.

Geleceğe bakış

ASD hastalarından elde ettiğimiz gelişmiş görüntüleme sonuçları, spektroskopik ve difüzyon MR tekniklerinin ASD'de işitme sisteminin değerlendirmek üzere kullanımının uygun olduğunu ortaya koyuyor. HARDI gibi difüzyon yöntemleri, işitsel radyasyonun doğru niceliksel ölçümünün yapılmasına imkan veriyor. HARDI tekniği, işitsel radyasyon ile inferior longitudinal fasikülün kesişim noktasındaki karmaşık ak madde yollarını ayırt edebiliyor. ASD'ye ilişkin olarak gelecekte yapılacak çalışmalarda HARDI tekniği, işitme sisteminin mikro yapısı ve geometrisinin detaylı bir analizini yapmak amacıyla kullanılacak. HARDI görüntüleme tekniği, geleneksel bir DTG sekansından belirgin bir şekilde

4

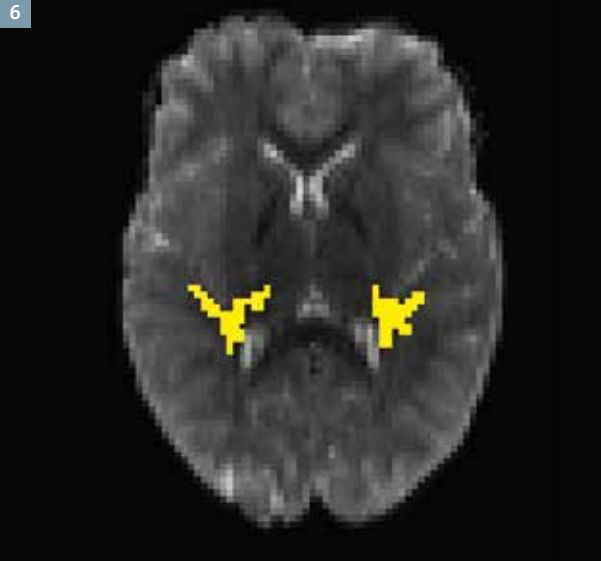


4 Gruplandırılmış MEGA-PRESS spektrumları, tüm işitsel ilgi alanı ölçümleri için gösterildi (N = 13 ASD, N = 11 TD). 3 ppm'deki GABA piki, gri çubuk içerisinde yer alıyor.

5



5 GABA+/Cr oranları, ASD hastası deneklerde işitsel ilgi alanı içerisinde belirgin bir şekilde düşüktü ($p < 0,01$).



6 Kesit ivmeli difüzyon görüntüleme tekniği kullanılarak işitsel radyasyonun HARDI fiber izlemesi: $b = 3000 \text{ s/mm}^2$, 64 adet gradyan yönü ve 10 dakikadan kısa görüntüleme süresi.

daha uzun. Ancak kesit ivmeli, tek çekimli, spin eko düzlemsel sekanslar, HARDI görüntüleme süresini belirgin bir şekilde azaltarak, HARDI tekniğinin rutin klinik sekanslarına entegrasyonunu mümkün kılıyor [11]. Şekil 6'da, işitsel radyasyonun HARDI traktografisini çekmek için kesit ivmeli, 9 dakikalık bir sekansın uygun olduğu gösteriliyor.

İşitme sistemindeki GABA düzeylerinin, ASD hastalarında belirgin bir şekilde

düşük olduğu gözlemleniyor. Beyin kimyasındaki bu değişiklik, ASD hastalarında işitsel uyarılmış tepkide gecikme gibi işitsel bozukluklara yol açabiliyor. Son birkaç aydır, işitsel korteks GABA düzeylerini optimum şekilde ölçebilen yöntemler geliştirmek üzere çalışmalar yaptık. Özellikle de, her ne kadar geliştirilen yöntemler, GABA değerlendirmesinin klinik uygulamasında en son teknolojileri temsil etse de, ortaklaşa bir şekilde

düzenlenen makro moleküllerden (MM) kaynaklanan sinyal parazitleri nedeniyle potansiyel bir karmaşa mevcut. Gelecekteki teknik gelişmeler, söz konusu makro moleküllerin bu olumsuz etkisini giderek zayıflatabilecektir.

İşitme sisteminin fonksiyonel ve yapısal anomalileri, MRS ve difüzyon MR teknikleri ile değerlendirilebilir. İşitme sisteminin anatomik ve fizyolojik özelliklerini analiz ederek, otizmin biyolojik temellerine dair anlayışımızı geliştirme çabasındayız. Bu raporda anlatılan yöntemlerin, diğer nöro-psikiyatrik hastalıklara da tatbik edilebileceğini öngörüyoruz.

Teşekkürler

GABA spektral düzenleme WIP 529'a ilişkin makalenin yazarları Dr. Keith Heberlein ve Dr. Mark A. Brown ile difüzyon WIP 511'e ilişkin makalenin yazarı Dr. Thorsten Feiweier'a teşekkür ederiz. Ayrıca, katkıları için Dr. Tiejun Zhao'ya teşekkürlerimizi sunarız.

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

Referanslar

- 1 Redcay E, Courchesne E. When Is the Brain Enlarged in Autism? A Meta-Analysis of All Brain Size Reports. *Biological Psychiatry* 2005;58:1-9.
- 2 Lee JE, Bigler ED, Alexander AL, et al. Diffusion tensor imaging of white matter in the superior temporal gyrus and temporal stem in autism. *Neuroscience Letters* 2007;424:127-132.
- 3 Roberts TPL, Khan SY, Rey M, et al. MEG detection of delayed auditory evoked responses in autism spectrum disorders: towards an imaging biomarker for autism. *Autism Research* 2010;3:8-18.
- 4 Basser PJ, Pierpaoli C. A simplified method to measure the diffusion tensor from seven MR images. *Magn Reson Med* 1998;39: 928-934.
- 5 Mukherjee P, Berman JI, Chung SW, et al. Diffusion tensor MR imaging and fiber tractography: theoretic underpinnings. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29:632-641.
- 6 Tuch DS. Q-ball imaging. *Magn Reson Med* 2004;52:1358-1372.
- 7 Pizzarelli R, Cherubini E. Alterations of GABAergic signaling in autism spectrum disorders. *Neural plasticity* 2011;2011: 297153.

- 8 Mescher M, Merkle H, Kirsch J, et al. Simultaneous in vivo spectral editing and water suppression. *NMR Biomed* 1998; 11:266-272.
- 9 Berman J, Lanza M, Blaskey L, et al. High Angular Resolution Diffusion Imaging Probabilistic Tractography of the Auditory Radiation. *American Journal of Neuro-radiology* 2013.

- 10 Gaetz W, Bloy L, Wang DJ, et al. GABA estimation in the brains of children on the autism spectrum: Measurement precision and regional cortical variation. *Neuroimage* 2014;86:1-9.
- 11 Xu J, Moeller S, Auerbach EJ, et al. Evaluation of slice accelerations using multiband echo planar imaging at 3.0T. *NeuroImage* 2013;83:991-1001.



İletişim

Jeffrey Berman, Ph.D.
Philadelphia Çocuk Hastanesi
Radyoloji Bölümü
3401 Civic Center Blvd,
Philadelphia, PA 19104
ABD
BermanJ@email.chop.edu



SIEMENS

Birlikten kuvvet doğdu

www.siemens.com.tr/saglik

Siemens *syngo.via* ile *syngo.plaza* birleşti. Artık, geleceği kontrol altında tutmak için eliniz çok daha kuvvetli.

Sağlık sektöründe ilk kez, mümkün olan en düşük radyasyon dozu ile elde edilen mükemmel görüntü kalitesi, klinik açıdan benzersiz bir üretkenlikle birleşiyor. Otomatik vaka hazırlayan, tüm iş istasyonları ile ağ oluşturabilen ve yüksek işlerliği sayesinde iş akışını hızlandıran *syngo.via*

görüntüleme ve teşhis sistemi; tetkikleri tek iş istasyonunda bir araya getirerek çok daha çabuk değerlendirme imkanı sağlayan ilk PACS (Picture Archiving and Communication System – Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemi) olan *syngo.plaza* ile birleşti.

Siemens Sağlık *syngo.via* ve *syngo.plaza* ile teşhis görüntüleme alanında yeni bir çağ açılıyor.

Answers for life.

EQ•PET: farklı teknolojiler ile NEMA referanslı SUV değerlerinin elde edilmesi

Matthew Kelly, PhD, Siemens Sağlık Sektörü

Giriş

PET, kanser teşhisi, evrenmesi ve takibine yardımcı olan ve doktorların aktif durumdaki hastalığı ve hastaların tedaviye verdiği yanıtı ölçümlemelerini sağlayan değerli bir araç olarak öne çıkıyor. Hastalığın kesin ölçümü, doktorların hastalığı değerlendirmelerine ve tedavi döngüsünün ilk aşamalarında etkin tedavi yöntemlerini belirlemelerine ve bu sayede hasta bakım sürecinin etkinlik ve verimliliğini artırmalarına destek oluyor.

Standart Uptake Değeri (SUV), hastaların vücut ebatları, vücut yapıları ve enjekte edilen dozlardaki farklılıkları

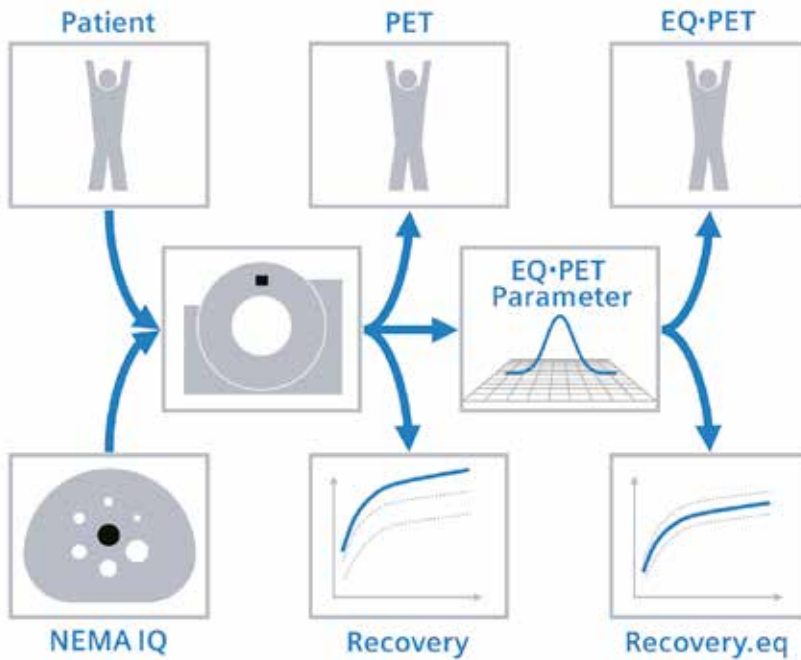
normalleştirmek amacıyla, tümörlerdeki radyolojik izleyici madde alımının ölçümünde son derece yaygın olarak kullanılıyor. Ancak tarayıcı donanımları ve görüntü rekonstrüksiyon protokolleri arasındaki farklılıklar, PET değerlendirmelerinde sadece SUV ile açıklanamayacak, klinik açıdan önemli sapmalara neden olabiliyor [1].

EQ•PET, syngo®.via yazılımında bulunan ve farklı tarayıcılarda gerçekleştirilmiş veya farklı protokoller ile görüntü rekonstrüksiyonuna tabi tutulmuş olsa dahi hasta taramalarında tutarlı SUV değerleri sunan, referans bazlı, yeni bir ölçüm teknolojisi olarak dikkat çekiyor.

EQ•PET, bu işlemi, sağlık kurumlarının rekonstrüksiyon protokollerini değiştirmeksizin veya ilave veri setlerini yeniden yapılandırmalarına gerek kalmaksızın gerçekleştiriyor. EQ•PET teknolojisi sayesinde doktorlar, görüntü kalitesi ve teşhis edilebilirliği maksimum düzeye çıkarmak üzere tercih ettikleri bir protokol ile yeniden yapılandırılmış orijinal hasta görüntülerini değerlendirebiliyor. SUV değerleri, EANM özellikleri gibi bir referans noktasına göreceli olarak farklı tarayıcılar ve rekonstrüksiyon protokolleri (Şekil 1) arasındaki kontrast farklılıklarını gidermek üzere seçilen bir EQ•PET parametresi kullanılarak uyumlu hale getiriliyor.

Bu makalede, SUV değerlerinin uyumlu hale getirilmesi ve tarayıcı modeli ve rekonstrüksiyon protokolüne göre EQ•PET parametresinin belirlenmesi yaklaşımına yönelik üç klinik vaka çalışması sunuluyor:

- Farklı PET/BT sistemleri ile taranan hastalar için tarayıcı reaksiyonunun değerlendirilmesi;
- Farklı tarayıcılar arasındaki görüntüleme protokolleri ve değerlendirme performanslarını eksiksiz bir şekilde uyumlu hale getiren çok-merkezli klinik deneyler;
- Farklı klinik merkezlerdeki SUV bazlı protokollerin değiştirilmesi ve uygulanmasını desteklemek için merkezler arası SUV eşik değerleri.



Şekil 1 EQ•PET, kontrast düzeltme katsayılarını düzenlemek üzere optimize edilmiş, fantom destekli, referans bazlı bir EQ•PET parametresi uygulayarak, farklı tarayıcı ve rekonstrüksiyon protokolleri arasındaki SUV değerlerini uyumlu hale getiriyor.

Vaka çalışması 1 – Tarayıcı reaksiyonunun değerlendirilmesi

Zorlu hedef: Farklı PET/BT sistemlerinde taranan hastaların tedaviye verdikleri yanıtın niceliksel olarak değerlendirilmesi

Kanser hastalarının tedaviye verdikleri yanıtı değerlendirmek için klinik olarak PET/BT görüntüleme tekniği kullanılıyor. Ciddi ilerleme gösteren kanserler veya tedaviye verilen yanıt genelde, tarama prosedüründen elde edilen görüntülerin niteliksel olarak değerlendirilmesiyle güvenilir bir şekilde belirlenebilse de çok daha hassas değişimler için niceliksel ölçümlere ihtiyaç oluyor [4]. Niceliksel ölçümler ayrıca PERCIST [4] gibi standart yanıt kriterleriyle, söz konusu değişimlerin objektif bir şekilde değerlendirilmesine imkan vererek, değerlendirmeyi yapan uzmanların tutarlı sonuçlar elde etmelerini sağlıyor.

Tedaviye verilen yanıtın niceliksel olarak değerlendirilmesi genelde, taramaların karşılaştırılmasına yardımcı olmak üzere, hasta ağırlıkları ve enjekte edilen dozlar arasındaki farkları normalleştiren SUV değerleri kullanılarak gerçekleştiriliyor. Normalleştirme işlemine rağmen tarayıcı modelleri ile rekonstrüksiyon protokolleri arasındaki farklılıklar, SUV değerleri üzerinde klinik açıdan önemli bir etkiye sahip olabiliyor [1].

Taramalar, farklı sistemler ile gerçekleştirilmiş veya farklı rekonstrüksiyon protokollerine tabi tutulmuş olsa dahi EQ•PET ölçümü, standart bir görüntüleme protokolü ile birlikte, doktorların hastaların tedaviye verdikleri yanıtı değerlendirmelerini sağlıyor.

Klinik örnek

Aşağıda belirtilen akciğer kanseri hastası (Şekil 2), radyoterapiden önce granülosit stimüle edici faktörler dahil olmak üzere 2 kez kemoterapi gördü. İlk PET/BT taraması radyoterapiden önce, ikinci tarama ise ilk taramadan 8 hafta sonra gerçekleştirildi.

RT öncesi tarama, 4 kez yinelemeli, 8 alt kümeli ve 5 mm'lik FWHM Gaussian post filtreli Yinelemeli (OSEM) teknik kullanılarak rekonstrüksiyona tabi tutuldu. RT sonrası tarama ise, 3 kez yinelemeli, 21 alt kümeli ve post filtersiz HD•PET (PSF) tekniği kullanılarak rekonstrüksiyona tabi tutuldu (Şekil 2).

EORTC kriterlerine göre söz konusu iki taramanın SUVmax değerlerindeki fark (3,74 – 7,17; %92) hastalığın ilerleyişini gösteriyor (Tablo 1). Ancak rekonstrüksiyon protokolleri arasındaki farklılık nedeniyle güvenilir bir değerlendirme yapmak mümkün olmuyor. Aslında, RT öncesinde uygulanan protokolle, RT sonrasında gerçekleştirilen taramaya tatbik edilen ilave rekonstrüksiyon sonucunda lezyonun ölçümlenen SUVmax değeri 4,13'tür (%10) olarak görünüyor. Bu sonuç, hastalığın EORTC kriterlerine göre stabil olduğunu gösteriyor.

Yinelemeli (7.0 mm FWHM) HD•PET rekonstrüksiyonunu düzenlemek için uygun EQ•PET parametresi kullanılarak, RT sonrası HD•PET taramasında aynı lezyonda ölçümlenen SUVmax.eq değeri, 4,06'dır (%9). EQ•PET, bu nedenle, RT sonrası taramada yüksek görüntü kalitesi sunan, daha gelişmiş bir rekonstrüksiyon protokolünün kullanımına rağmen hastaların tedaviye verdikleri yanıtın niceliksel olarak kıyaslanmasına imkan veriyor.

Rekonstrüksiyonlar arasında EQ•PET ile sağlanan, yüksek düzeyli bu kıyaslanabilirlik SUVpeak değerlerinde de görülüyor (Tablo 2). Bu örnekte, tedaviye verilen yanıtların PERCIST bazlı sınıflandırmasında herhangi bir etki söz konusu değil iken SUVpeak değerlerinde %-3'e %24'lük farkın, doktorların tedavi sonuçlarına yönelik değerlendirmelerini etkileme potansiyeline sahip.

Ölçüm sonuçlarını uyumlu hale getirmek için fantom destekli bir parametre uygulamanın etkilerine yönelik, ileriye dönük yapılan bir çalışmada, bu tekniğin taramalarda farklı PET sistemleri kullanılırken, tedavi öncesi ve sonrasında güvenilir değerlendirmelere imkan verdiği tespit edildi.

SUV _{max} değerindeki değişim (%)		RT sonrası tarama		
		Yinelemeli	HD•PET	HD•PET.eq
RT öncesi tarama	Yinelemeli	%+10 (SMD)	%+92 (PMD)	%+9 (SMD)
	HD•PET	%-28 (PMR)	%+25 (PMD)	n/a
	HD•PET.eq	%+4% (SMD)	n/a	%+4 (SMD)

Tablo 1 RT öncesi ve sonrası taramalarda, farklı rekonstrüksiyon protokollerine bağlı olarak SUVmax değerleri arasındaki yüzdesel farklar. Tedaviye verilen yanıtlar (EORTC); progresif metabolik hastalık (PMD), stabil metabolik hastalık (SMD) ve kısmi metabolik yanıt (PMR) olarak sınıflandırıldı.

n/a = mevcut değil

EQ-PET hasta sağlığı yönetimini etkileyebilecek rekonstrüksiyon protokolünün etkisini azaltıyor

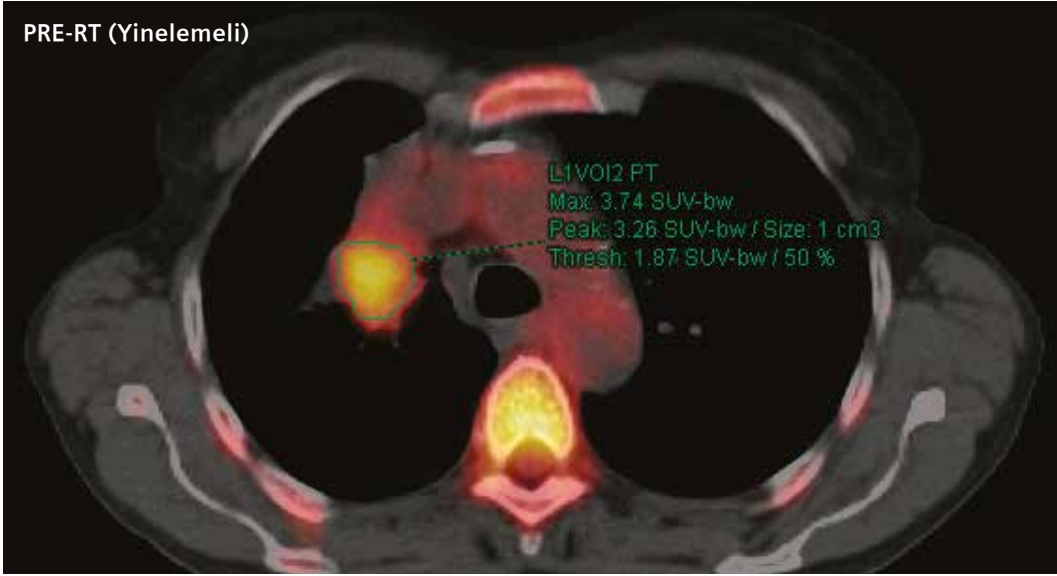
SUV _{peak} değerindeki değişim (%)		RT sonrası tarama		
		Yinelemeli	HD•PET	HD•PET.eq
RT öncesi tarama	Yinelemeli	%-3 (SMD)	%+24 (SMD)	%+1 (SMD)
	HD•PET	%-23 (SMD)	%-2 (SMD)	n/a
	HD•PET.eq	%-7 (SMD)	n/a	%-3 (SMD)

Tablo 2 RT öncesi ve sonrası taramalarda, farklı rekonstrüksiyon protokollerine bağlı olarak SUVpeak değerleri arasındaki yüzdesel farklar. Tedaviye verilen yanıtlar (PERCIST); (PMD), (SMD) ve (PMR) olarak sınıflandırıldı.

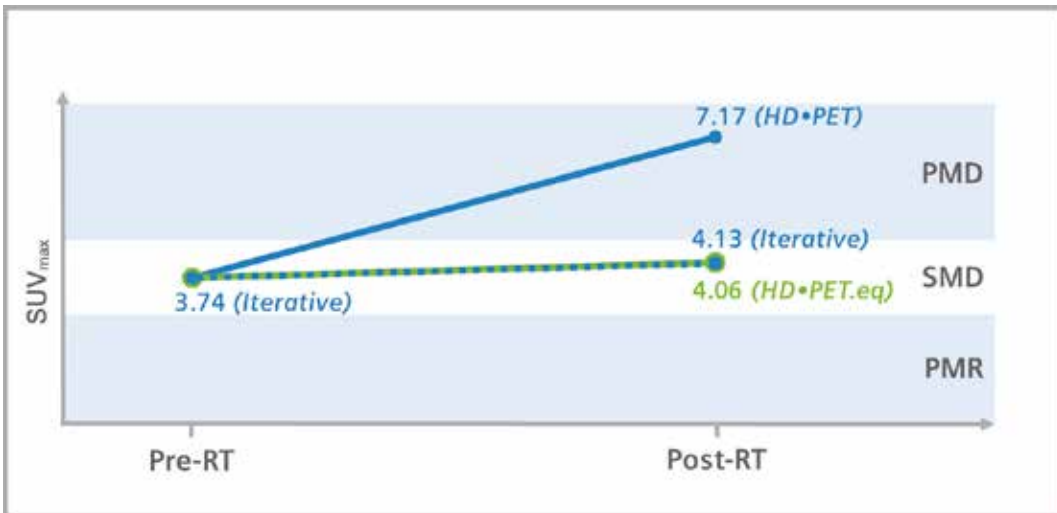
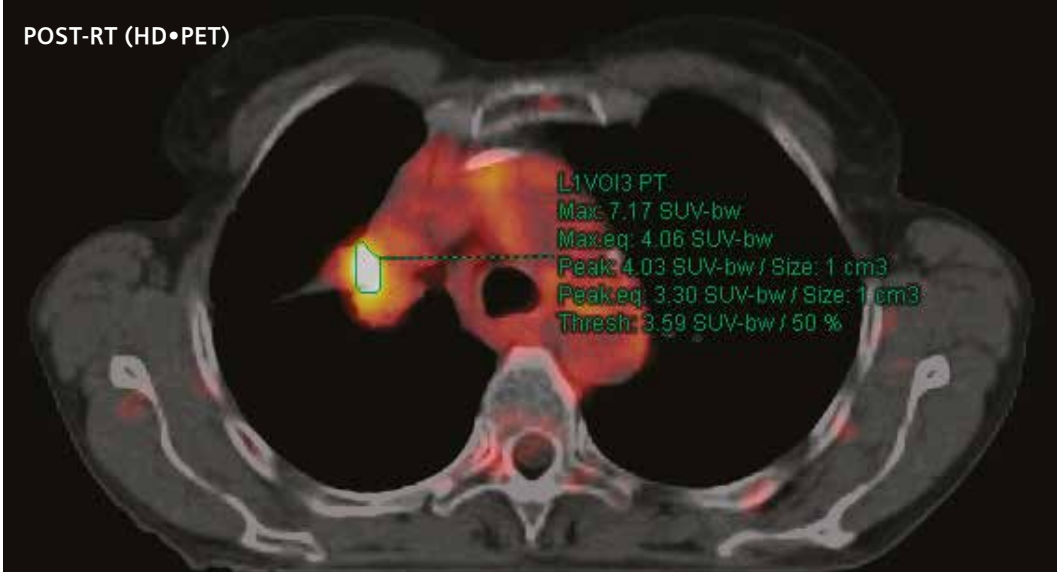
n/a = mevcut değil

EQ-PET hasta sağlığı yönetimini etkileyebilecek rekonstrüksiyon protokolünün etkisini azaltıyor

PRE-RT (Yinelemeli)



POST-RT (HD•PET)



Şekil 2 Akciğer kanseri hastasında, RT öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen PET/CT taramaları. Sağ akciğerde tek bir lezyon tespit edildi. Niceliksel değerlendirme kullanılan rekonstrüksiyon yöntemine bağlıdır. Söz konusu bu bağıllık, EQ•PET tekniği ile minimize ediliyor.

Görüntüler için Fransa, Caen merkezli François Baclesse Kanser Merkezi'ne teşekkür ederiz.

Vaka çalışması 2 – Çok-merkezli klinik deneyler

Zorlu hedef: Mevcut rekonstrüksiyon protokollerini değiştirmeye ihtiyaç kalmaksızın çok-merkezli klinik deneylere katılmak

Çok-merkezli klinik deneyler, daha kısa bir zaman diliminde çok daha fazla sayıda deneğin değerlendirilmesine yardımcı oluyor. PET/BT dahil olmak üzere medikal görüntüleme teknikleri, klinik deneylerde hastaların sınıflandırılması için veya tamamlayıcı yöntemler olarak sık sık kullanılıyor.

Klinik görüntüleme çalışmalarında niceliksel kıyaslanabilirlik için, söz konusu çalışmalara katılmadan önce Nükleer Tıp ve Moleküler Görüntüleme Derneği (SNMMI) Klinik Denetlemeler Ağı (CTN) veya Avrupa Birliği Nükleer Tıp Deneği (EANM) Araştırma Grubu (EARL) gibi kurumlardan akreditasyona ihtiyaç duyuluyor. Akreditasyon olgusunun bir parçası olarak ayrıca her kurumun, ölçümleme için bazı ortak standartlara sahip olması gerekiyor.

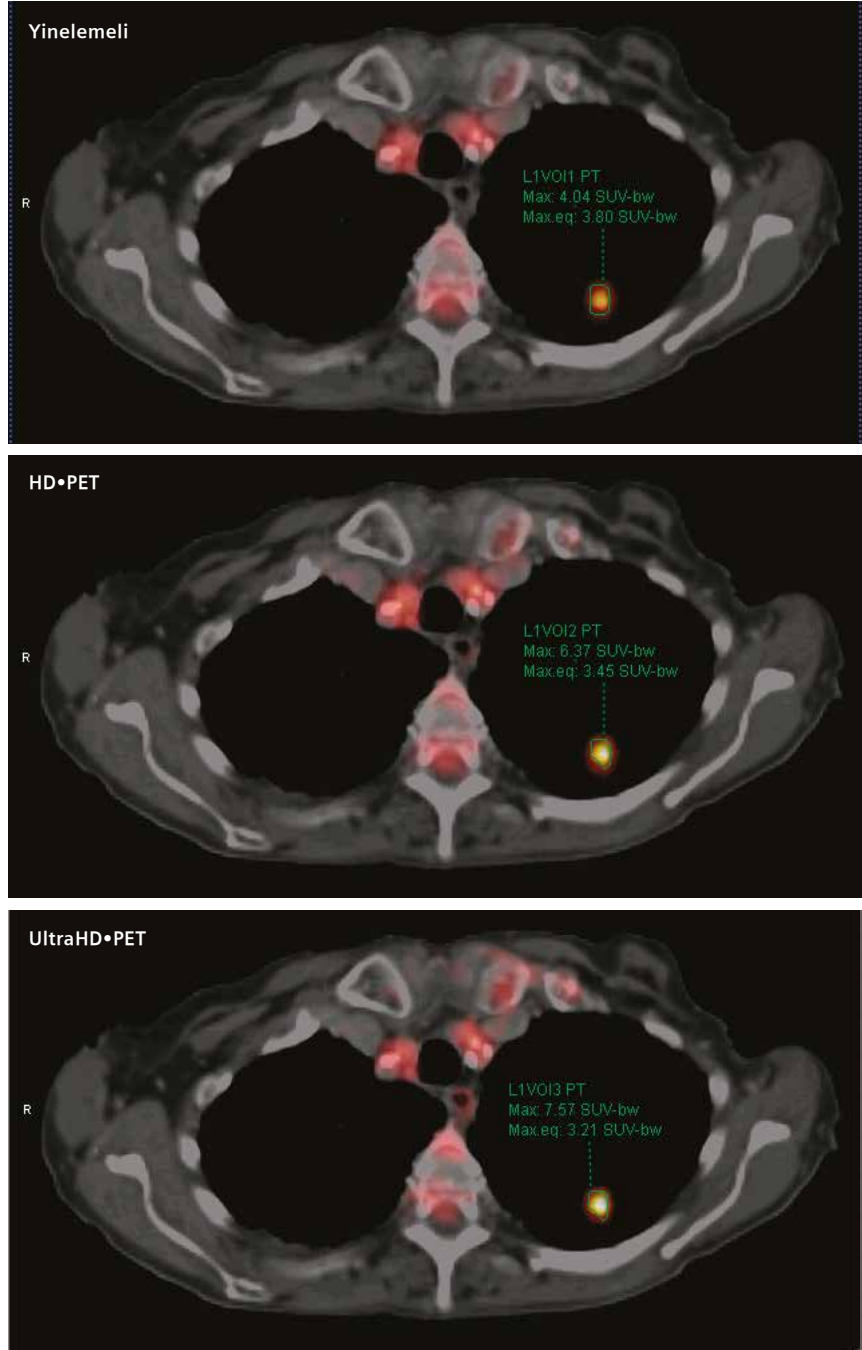
Bunun için, genel olarak, söz konusu kurumun kullandığı rekonstrüksiyon protokolünün, deney protokolü ile uyumlu olacak şekilde değiştirilmesi (genelde bir miktar çözünürlük kaybına neden olmaktadır) gerekiyor veya bu istenmiyorsa, ölçümleme için ek bir PET veri setinin rekonstrüksiyonuna ihtiyaç duyuluyor.

EQ•PET tekniği, standart bir görüntüleme protokolü ile birlikte, kurumların görüntü kalitesini düşürmeksizin veya ikinci bir veri setini yönetip rekonstrüksiyona tabi tutmaksızın, çok-merkezli klinik bir deneyin niceliksel gereksinimlerini karşılamalarını sağlıyor.

Klinik örnek

Rekonstrüksiyon işleminin niceliksel etkilerini göstermek üzere bir akciğer kanseri hastasının tarama görüntüleri (Şekil 3) üç farklı protokol kullanılarak rekonstrüksiyona tabi tutuldu:

- 2 kez yinelemeli, 24 alt kümeli ve 5 mm'lik FWHM Gaussian post filtreli Yinelemeli (OSEM)



Şekil 3 Akciğer kanseri bir hastanın Yinelemeli, HD•PET ve UltraHD•PET teknikleri ile rekonstrüksiyona tabi tutulmuş tarama görüntüleri. Sol akciğerin posteriorunda bulunan küçük lezyonun SUVmax değerinde, gelişmiş rekonstrüksiyon tekniklerinin ilavesi sonucunda bir artış meydana geldi.

Görüntüler için ABD, TN, Knoxville merkezli Tennessee Üniversitesi Tıp Merkezi'ne teşekkür ederiz.

- 3 kez yinelemeli, 24 alt kümeli ve 4 mm'lik FWHM Gaussian post filtreli HD•PET (PSF)
- 3 kez yinelemeli, 21 alt kümeli ve post filtersiz UltraHD•PET (PSF+TOF)

Her rekonstrüksiyonda, sol akciğerdeki küçük bir lezyon için SUV_{max} değeri ölçüldü. Temel yinelemeli rekonstrüksiyon tekniği ile kıyaslandığında hem HD•PET hem de ultraHD•PET tekniğinde, SUV_{max} değerinde klinik açıdan önemli bir

	SUV _{max}	SUV _{max} •eq	EQ•PET parameter
Yinelemeli	4.04	3.80	3.3 mm
HD•PET	6.37 (+58%)	3.45 (-9%)	6.5 mm
UltraHD•PET	7.51 (+86%)	3.21 (-16%)	7.1 mm

artış görülüyor [5] (Tablo 3). Ancak EANM standartlarına uyum sağlamak için gerekli EQ•PET parametrelerini tatbik ederek [2] söz konusu

değişkenlik, tümörlerdeki 18F-FDG alımında kabul edilen makul test/ yeniden test değişkenliği düzeyine indirildi [6].

Vaka çalışması 3 – Merkezler arası SUV eşik değerleri

Zorlu hedef: Hasta sağlığı yönetimi kararlarını yönlendirmek üzere, eski tip bir PET/BT sisteminde tanımlanmış olsa da SUV bazlı eşik değerlerinin kullanımı

Birçok kanser tipinin evrenmesi prosedürünün dahili bir parçası olan PET/BT tekniği, ilerleyen aşamalarda hasta sağlığı yönetimi kararlarını yönlendiriyor. Kötü huylu olmasından şüphelenilen bir lezyonun ön değerlendirmesi, genelde 18F-FDG alımına dayalı olarak gerçekleştirilirken bazı kurumlarda, lezyonları malignite olasılığına göre sınıflandırmak üzere SUV bazlı eşik değerleri kullanılıyor. Ayrıca, tedaviye verilen yanıtların sınıflandırılmasında da değişimi gösteren SUV bazlı eşik değerleri yaygın bir şekilde kullanılıyor (örnek: EORTC, PERCIST).

Herhangi bir kurumda beliren SUV bazlı eşik değerleri, diğer kurumlarda elde edilen hasta verileri veya diğer tarayıcı modelleri veya rekonstrüksiyon protokollerinin kullanıldığı durumlar için geçerli olmayabiliyor.

EQ•PET, standart bir görüntüleme protokolü ile birlikte, evreleme veya tedaviye verilen yanıtların değerlendirilmesinde merkezler arası SUV bazlı eşik değerlerinin kullanımını destekliyor.

1 no'lu Vaka Çalışmasındaki klinik örneği ele alalım. %25'lik SUV_{max} değişimi eşik değerine (EORTC) göre, RT öncesi ve sonrası protokoller

uyumlu olsa dahi farklı rekonstrüksiyon kombinasyonlarında tedaviye verilen yanıtlarda önemli derecede farklar bulunuyor. Bu farklar, EQ•PET tekniği kullanılarak minimize ediliyor.

2 no'lu Vaka Çalışmasındaki klinik örnek dikkate alındığında şu net olarak görülüyor: Bir lezyonun malignite olasılığını tahmin etmek üzere sabit bir SUV eşik değerinin kullanımı, görüntülerin ne şekilde rekonstrüksiyona tabi tutulduğuna bağlı olarak aynı hasta için farklı klinik kararların alınmasına yol açabiliyor. Rekonstrüksiyona olan bu bağımlılık, referans bazlı EQ•PET tekniği kullanılarak azaltılabiliyor.

Burada belirtilen örneklerde ortaya konan sonuçlar, SUV_{max} ve SUV_{peak} değerlerinde rekonstrüksiyona bağlı değişkenlikte belirgin bir azalmaya işaret eden daha kapsamlı bir çalışmaya [2] özgü bulguları ortaya koyuyor.

Sonuç

EQ•PET, tutarlı SUV değerleri ile doktorların:

- Farklı PET/BT sistemlerinde görüntülenmiş olsalar dahi hastaların tedaviye verdikleri yanıtı niceliksel olarak değerlendirmelerini,
- Rekonstrüksiyon protokollerini değiştirmeksizin çok-merkezli klinik deneylere katılmalarını ve
- Hasta yönetimi kararlarını bilgiye dayalı bir şekilde vermek için, eski tip bir PET/BT sisteminde tanımlanmış olsa da SUV bazlı eşik değerlerini kullanmalarını sağlıyor.

EQ•PET parametrelerinin belirlenmesi

EQ•PET parametreleri, PET ölçümünü düşük düzeyli iyileştirme protokolleri ile uyumlu hale getirmek amacıyla seçilebiliyor. Bu protokoller arasında, uluslararası toplulukların yayınladığı standartlar (örnek: EANM prosedür talimatları) veya görüntüleme merkezlerinde kullanılan mevcut PET protokolleri bulunuyor.

Aşağıda belirtilen örnekte, makul bir uyumlandırma parametresinin seçimine yönelik yaklaşımlardan biri gösteriliyor. Bu yaklaşım için klinik PET/BT çalışmalarında geçerli olan protokol kullanılarak elde edilmiş ve rekonstrüksiyona tabi tutulmuş NEMA IQ fantom görüntülerine ihtiyaç bulunuyor.

Test protokolü

Bu örnekte, TrueV özellikli bir Biograph mCT 64 sisteminde 3 dakika içerisinde elde edilmiş ve ultraHD•PET tekniğiyle rekonstrüksiyona tabi tutulmuş, 8:1'lik küre-arka plan aktivitesi yoğunluğu oranına sahip bir NEMA IQ fantomun görüntüsü kullanıldı (Tablo 4). Görüntüleme işlemi 3 kez tekrarlandı.

Hedef protokol

Bu örnekte kullanılan hedef protokol, maksimum voksel değeri için geçerli olan EANM prosedürü talimatlarında belirtilmiş olan protokoldür (Tablo 5).

İyileştirme katsayısının ölçümü

Fantom görüntülerinde, her bir küredeki maksimum voksel değeri için iyileştirme katsayısı (R), şu şekilde hesaplandı:

$$R = \frac{A_{measured}}{A_{true}}$$

$A_{measured}$ insert edilen küreye ait ilgi alan hacmi için görüntüdeki herhangi bir pikselde ölçümlenen maksimum aktivite yoğunluğunu ($Bq.ml^{-1}$) gösterirken, A_{true} küredeki gerçek aktivite yoğunluğunu ($Bq.ml^{-1}$) gösteriyor [3].

Özellik	Değer
Fantom aktivitesi	5.2 kBq.ml ⁻¹ (arka plan) 41.6 kBq.ml ⁻¹ (küreler, 8:1)
Görüntüleme süresi	180 s (30x10 ⁶ net doğrular)
Tarayıcı modeli	TrueV özellikli Biograph mCT 64
Rekonstrüksiyon yöntemi	UltraHD (PSF+TOF) 2i21s
Evrişim çekirdeği	5 mm FWHM Gaussian
Satırlar x sütunlar	256x256
Piksel aralığı	3.182x3.182 mm
Kesit kalınlığı	2.027 mm

Tablo 4 Bu örnekte kullanılan fantom, görüntüleme ve rekonstrüksiyon özellikleri

EANM küre çapı (mm)	Maksimum voksel değeri için beklenen iyileştirme katsayısı
10	0.38
13	0.63
17	0.84
22	0.89
28	0.95
37	0.98

Tablo 5 Bu örnekte kullanılan maksimum voksel değeri için hedef iyileştirme katsayısı (RC) özellikleri³

EQ•PET parametrelerinin optimizasyonu

Fantom görüntüler için ölçümlenen iyileştirme katsayıları, EANM prosedürü talimatlarında belirtilen katsayılar ile kıyaslandı (Şekil 4A). Bu iyileştirme katsayıları daha sonra ilave bir Gaussian düzeltme filtresi tatbik edilerek yeniden hesaplandı (detaylar için Gaussian Düzleştirme Yöntemi bölümüne bakınız). Bu ilave filtrenin büyüklüğü, ölçümlenen ile EANM talimatlarında belirtilen iyileştirme katsayıları arasındaki ortalama mutlak yüzdesel fark minimize olana dek 0,1 mm'lik (FWHM) adımlarla artırıldı (Şekil 4B). Bu örnekte kullanılan görüntüler için

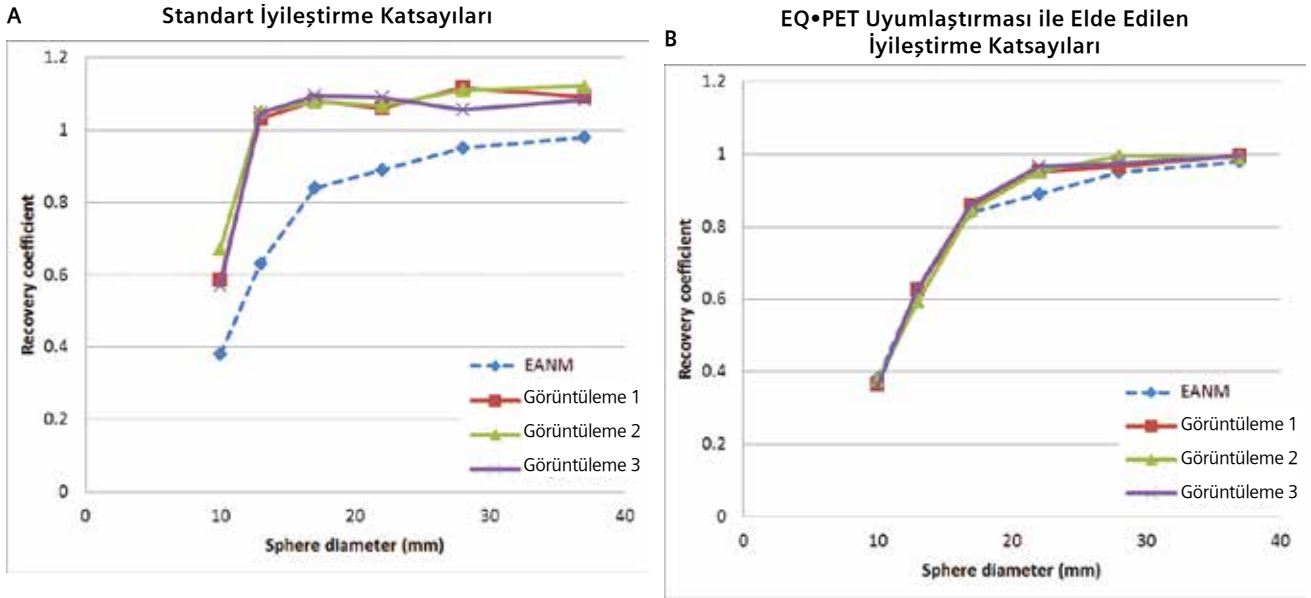
söz konusu yüzdesel farkları minimize etmek için gerekli filtre büyüklükleri, Tablo 6'da gösteriliyor. Bu görüntüler temelinde, bu örnekte kullanılan

UltraHD rekonstrüksiyon protokolünü, EANM talimatları ile uyumlu hale getirmek için önerilen EQ•PET parametresi, 6,8 mm FWHM oluyor.

Fantom görüntüleme	EQ•PET parametresi FWHM (mm)
Görüntüleme 1	6.7
Görüntüleme 2	7.1
Görüntüleme 3	6.6
Ortalama	6.8

Tablo 6 Bu örnekte kullanılan 3 fantom görüntüleme için hesaplanan EQ•PET normalleştirme parametreleri

EQ•PET parametrelerinin optimizasyonu (şekiller)



Şekil 4 (A) NEMA fantomun 3 görüntüsü için ölçülen iyileştirme katsayılarının, EANM talimatlarında belirtilen katsayılar ile kıyaslanması [3] (B) Aynı 3 görüntü için EANM talimatlarına uygun EQ•PET uyumlaştırma parametresi kullanılarak ölçülen iyileştirme katsayıları

syngo.via yazılımında EQ•PET parametrelerinin hesaplanması

Bu bölümde, syngo.via yazılımının belirli bir tarayıcı modeli ve rekonstrüksiyon protokolü için optimum EQ parametresini hesaplamak üzere nasıl kullanılacağı anlatılıyor.

Örnek veri kümesi

Bu örnekte, Tablo 7'de belirtildiği şekilde bir NEMA IQ fantom görüntülemesi hazırlandı ve rekonstrüksiyona tabi tutuldu.

Q•PET parametrelerinin optimizasyonu

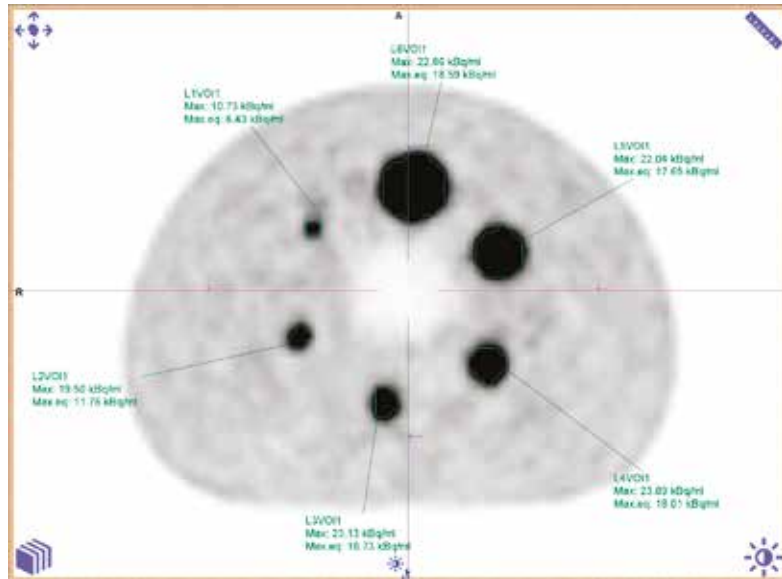
Örnekte belirtilen fantom veri setine ait optimum EQ parametresini hesaplamak için aşağıdaki adımlar takip ediliyor:

1. Her bir fantom sıcak küreye ait hedef aktivite yoğunluğu (Tablo 8'deki 'EANM hedef AC' sütunu), bozunumu düzeltilmiş gerçek aktivite yoğunluğu (Tablo 8'deki 'Gerçek AC' sütunu) ile ilgili EANM hedef iyileştirme katsayısı (Tablo 8'deki 'EANM hedef iyileştirme katsayısı' sütunu) çarpılarak hesaplanıyor.

2. Belirli bir EQ parametresinde, Max. eq değerleri için aktivite yoğunluklarındaki ortalama mutlak yüzdesel farkı, 1. adımda hesaplanan hedef değerler (Tablo 8)

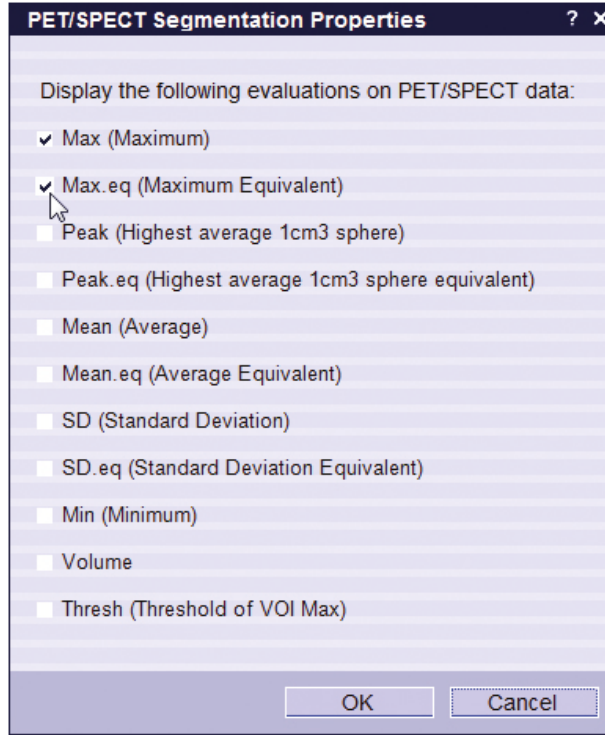
bazında hesaplamak için bir iş tablosu (örnek: Microsoft Excel™ programında) oluşturuluyor.

3. NEMA IQ fantom veri seti, syngo.via MMONcology yazılımına yükleniyor.
4. Ölçü birimi, sağ alt köşede bulunan menüdeki birim giriş seçeneğinden Bq.ml-1 olarak ayarlanıyor.



Şekil 5 NEMA IQ fantomdaki sıcak kürelerin syngo.via MMONcology yazılımıyla bölümlendirilmesi

Şekil 6 Bölümlendirme Özellikleri diyalog ekranıyla (sol tarafta) Max.eq değerlerinin görüntülenmesi fonksiyonunun devreye sokulması ve EQ parametresinin Ölçüm Parametreleri menüsü (sağ tarafta) kullanılarak ayarlanması



5. Sıcak kürelerden her biri, sağ üst köşedeki menüden erişilebilir mevcut PET bölümlendirme araçlarından biri (örnek:VOI Isocontour) kullanılarak bölümlendirilebiliyor (Şekil 5).

6. Max.eq değerinin buğu değerlendirme metninde görüntülenmesi sağlanıyor. Bunun için sağ üst köşedeki menüden istenen bölümlendirme aracına sağ tıklanıyor. Açılan Bölümlendirme Özellikleri diyalog ekranından (Şekil 6) gerekli ayarlama yapılabiliyor.

7. Hesaplanan hedef değerler bazında Max.eq değerlerine ait aktivite yoğunluklarındaki ortalama mutlak yüzdesel farkı minimize eden EQ

parametresi bulunuyor. Bunun için minimum değeri bulana dek EQ parametre büyüklüğü 0,1 mm'lik adımlar ile değiştirilebiliyor.

8. Bu örnekte kullanılan veri seti için optimum EQ parametre büyüklüğü 6,5 mm, ortalama mutlak yüzdesel fark ise %4,43'tür (Tablo 8).

Özellik	Değer
Küre içindeki True AC	18,70 kBq.ml ⁻¹
Tarayıcı modeli	TrueV özellikli Biograph 6
Rekonstrüksiyon yöntemi	HD•PET (PSF) 3i21s
Evrişim çekirdeği	All pass (0 mm)
Satırlar x sütunlar	16x168
Piksel aralığı	4,073x4,073 mm
Kesit kalınlığı	5,0 mm

Tablo 7 Bu örnekte hazırlanan fantom görüntüleme çalışması ve rekonstrüksiyon protokolü

Küre çapı	EANM hedef iyi iyileştirme katsayısı	Gerçek AC (kBq.ml ⁻¹)	EANM hedef AC (kBq.ml ⁻¹)	EQ Parametresi = 0 mm		EQ Parametresi = 6.5 mm	
				Ölçülen AC (kBq.ml ⁻¹)	% fark vs. EANM AC	Ölçülen AC (kBq.ml ⁻¹)	% fark vs. EANM AC
10 mm	0.38	18.70	7.11	10.73	%50.9	6.43	%-9.6
13 mm	0.63	18.70	11.78	19.50	%65.6	11.76	%-0.2
17 mm	0.84	18.70	15.71	23.13	%47.2	16.73	%6.5
22 mm	0.89	18.70	16.64	23.89	%43.6	18.01	8.2
28 mm	0.95	18.70	17.77	22.04	%24.0	17.65	%-0.7
37 mm	0.98	18.70	18.33	22.86	%24.7	18.59	%1.4
EANM hedefine karşı ortalama mutlak % fark:				%42.7		%4.4	

Tablo 8 Yukarıda belirtilen örnekte kullanılan fantom veri seti için hedef ve ölçülen aktivite yoğunlukları (AC). 6,5 mm'lik EQ parametresi, EANM hedef iyileştirme katsayıları ile en yüksek düzeyde uyumluluk (minimum düzeyde ortalama mutlak yüzdesel fark) sağladı.

Gaussian düzleştirme yöntemi

syngo.via yazılımında EQ•PET için Gaussian düzleştirme işlemi, aşağıda belirtildiği gibi oluşturulan çekirdekler doğrudan evrişim prosedürü kullanılarak gerçekleştiriliyor.

Çekirdek oluşturma

Gaussian çekirdek matrisindeki her bir elemanın değerini hesaplamak için kullanılan fonksiyon şu şekilde tanımlanıyor:

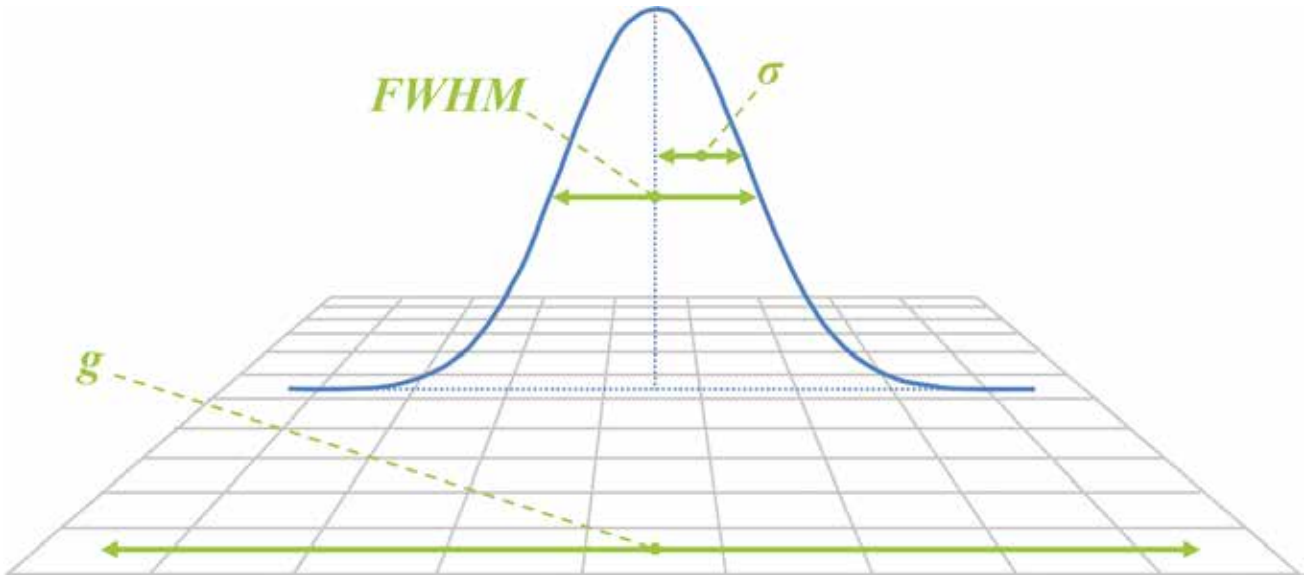
$$f(d_x, d_y, d_z) = \frac{1}{N} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{d_x^2}{\sigma_x^2} + \frac{d_y^2}{\sigma_y^2} + \frac{d_z^2}{\sigma_z^2} \right)}$$

d_x , d_y ve d_z , çekirdek vokseli merkezinin çekirdek merkezine olan uzaklıklarını (voksel adedi cinsinden) temsil ediyor. N , nihai değerlerinin toplamını 1'e eşitlemek üzere çekirdekteki tüm voksel değerlerinin toplamını ifade ediyor. σ_x , σ_y ve σ_z ise, Gaussian çekirdeğinin her boyutta sigmasını belirtiyor (voksel adedi cinsinden).

Çekirdeğin büyüklüğü veya derecesini (voksel adedi cinsinden) gösteren g , her boyut için Gaussian FWHM değerinden (voksel adedi cinsinden) şu formül kullanılarak hesaplanıyor:

$$\begin{bmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{bmatrix} = \text{takip eden ilk tek sayıya yuvarlanmalıdır} \left(2 \cdot \begin{bmatrix} FWHM_x \\ FWHM_y \\ FWHM_z \end{bmatrix} + 1 \right)$$

Her boyuttaki çekirdek büyüklüğünün, merkezi voksel çevresinde simetrik olabilmesi için tek sayıda voksel olması gerekiyor.



Şekil 7 Bir Gaussian çekirdeğine ait FWHM, sigma (σ) kernel büyüklüğü veya derecesi arasındaki ilişki. Çekirdeğin tek bir boyutu (gri grid) için yoğunluk profili (mavi) gösteriliyor. Evrişim sırasında çekirdek kapsamı dışında kalan tüm görüntü vokselleri göz ardı ediliyor.

Dr. Matthew Kelly

Dr. Matthew Kelly, 2001 yılında Manchester Üniversitesi'nde Uygulamalı Nörolojik Bilimler Bölümü'nden mezun (takdirname ile) olduktan sonra 2005 yılında Cambridge Üniversitesi'nde Farmakoloji alanında doktora yapmıştır. 2006 yılından beri Oxford Üniversitesi'nde medikal görüntüleme alanına çalışan Dr. Kelly, 2007 yılında Siemens Moleküler Görüntüleme Departmanı Bilim ve Teknoloji Ekibine katılmıştır.

Referanslar

- 1 Lasnon C, Desmonts C, Quak E, et al. Harmonizing SUVs in multi-center trials when using different generation PET systems: prospective validation in non-small cell lung cancer patients. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2013;40:985.
- 2 Kelly M, Declercq J. SUVref: reducing reconstruction-dependent variation in PET SUV. Eur J Nucl Med Mol Imaging Res. 2011;1:16.
- 3 Boellaard R, O'Doherty MJ, Weber WA, et al. FDG PET and PET/CT: EANM procedure guidelines for tumor PET imaging: version 1.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2010;37:181.
- 4 Wahl R, Jacene H, Kasamon Y, Lodge M. From RECIST to PERCIST: Evolving Considerations for PET Response Criteria in Solid Tumors. J Nucl Med. 2009;50:1225.
- 5 Young H, Baum R, Cremerius U, et al. Measurement of Clinical and Subclinical Tumor Response Using [18F]-fluorodeoxyglucose and Positron Emission Tomography: Review and 1999 EORTC Recommendations. Eur J Cancer. 1999;35:1773.
- 6 de Langen A, Vincent A, Velasquez L, et al. Repeatability of 18F-FDG Uptake Measurements in Tumors: A Metaanalysis. J Nucl Med. 2012;53:701.
- 7 National Electrical Manufacturer's Association. NEMA Standards Publication NU 2-2007. Performance Measurements of Positron Emission Tomographs. NEMA; 2007.

SIEMENS



A91MR-9223-A1-7600

www.siemens.com/skyra

MAGNETOM Skyra

Çığır açıcı MR uygulamalarına giden yol

TimTX TrueShape teknolojisinin sunduğu özelliklerden biri olan ZOOMit ile imajlarınızdaki en küçük ayrıntıları inceleyebilecek ve bu sayede tanı ve araştırma olanaklarınızı iyileştirecek ve genişleteceksiniz.

FREEZEit ile batin görüntülemesini yeni bir boyuta taşıyın. Karaciğer gibi batin organlarının MRG'si nefes hareketleri ve kontrastlı çekimin zaman kısıtlaması yüzünden oldukça zordur. FREEZEit sekans ailesi, TWIST-VIBE ve **StarVIBE** sekanslarıyla batin görüntülemeyi daha hızlandırırken görüntü kalitesini hiç olmadığı kadar artırır.

LiverLab ile girişimselsiz kantitatif karaciğer görüntüleme mümkün hale geliyor: Post-processing ihtiyacı olmadan, zamandan ve maliyetten tasarruf ederek, gereksiz biyopsilerin önüne geçerek, karaciğer yağ ve demir oranını saptayabiliyorsunuz.

www.siemens.com/skyra

*Burada belirtilen ürün ve özellikler henüz satışa sunulmamıştır. Yasal nedenlerden dolayı söz konusu ürün ve özelliklerin ileri bir tarihte satışa sunulması garanti edilmemektedir.

Answers for life.

11 yaşındaki hastada hareketli gantrili BT kullanılarak dalak rüptürü teşhisi

Claudia Frellesen, MD, J. Matthias Kerl, MD, Thomas J. Vogl, MD, Ralf W. Bauer, MD

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

Hastanın hikayesi

Attan düşen 11 yaşındaki kız çocuğu, toynak darbesiyle yaralandı. Sağlık görevlileri geldikleri zaman karın ağrısı çeken kızın abdominal duvarının çok sert olduğunu fark etti. Çocuk, hastanenin travma bölümüne kaldırıldı. Burada pediatrist, anestezi uzmanları ve travma ve abdominal cerrahlar ile radyologlardan oluşan disiplinler arası bir ekip, genç hastayı ATLS (gelişmiş travma yaşam desteği) talimatları temelinde standart algoritmalara göre muayene etti. Ön abdominal ultrasonda, özellikle Koller ve Morrison poşlarında serbest abdominal sıvı bulunduğu görüldü. Bu durum nedeniyle hastaya, yüksek kontrastlı, torakoabdominal travma BT çekilmesine karar verildi.

Teşhis

Tarama işlemi, CARE kV ile donatılmış hareketli gantri sistemli SOMATOM Definition AS 64 ile gerçekleştirildi. Görüntüler, tarayıcı için tavsiye edilen düzey olan 100 kV'de elde edildi ve toplam DLP (doz-uzunluk çarpımı) sadece 329 mGy cm oldu (4,6 mSv). Görüntü kalitesi, tüm anatomik bölgelerde mükemmel düzeyde ve tüm parenkimal organ ve damarlar yüksek düzeyde kontrastlı görülüyor. Bu sayede hastaya kesin olarak, serbest abdominal sıvısı ile birlikte dalak rüptürü teşhisi kondu. Diğer parenkimal organ ve damarlar ile akciğer ve omurga yaralanmaları da kesin bir şekilde ekarte edildi. Teşhis sonucunda hasta, zaman kaybetmeksizin ameliyata alındı.

Yorumlar

Künt batin travmaları, hayatı tehdit eden yaralanmalara neden olabilir. Politravmatik hastaların yönetiminde

erken aşamada entegre tüm vücut BT taraması, hayatta kalma oranını arttırıyor ve hastaların yeterli tedaviyi görmeleri için erken triyaja (hasta sınıflandırması) yardımcı oluyor [1]. Travma odasında, 16-kesitli, standart bir sabit tarayıcı ile tatbik edilen geçmiş çözümlerde hastaların travma odasından BT odasına, daha sonra tekrar travma odasına taşınmaları gerekirdi. Teşhis ve tedavide gecikmelere neden olan bu durum, aynı zamanda tüp ve kabloları yerinden oynatma ve omurga yaralanmalarını ağırlaştırma riski içeriyordu. İki odalı, hareketli gantrili mevcut çözüm, bu riskleri en iyi şekilde bertaraf ediyor. Travma hastaları, analiz masası üzerinde sabit dururken gantri, gerekirse üzerlerinde hareket ediyor. Bu çözümün diğer bir avantajı da standart BT süütünün hazırlanma süresi ile yatan ve ayakta tedavi gören hastaların tabi

tutuldukları düzenli taramalarda yaşanan gecikmelerin minimize edilmesi, bu sayede verimlilikte artış sağlanması olarak ortaya çıkıyor.

CARE kV ve SAFIRE gibi son teknoloji doz düşürme stratejileri ile birlikte görüntü kalitesi artarken, hastaların maruz kaldıkları doz düzeyi etkin bir şekilde düşürülüyor. Sistemin hassasiyeti, sabit gantrili ve hareketli masalı standart BT sistemlerine eşdeğer; bu durum, örneğin temporal kemik ile koroner arterlerin, milimetreden küçük düzeyde ve 150 ms'lik yüksek temporal çözünürlükte görüntülenmesine yardımcı oluyor.

Referanslar

- 1 Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick L-M, et al. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. Lancet. 2009;373: 1455–61 Clinical Results Acute Care.



Hareketli gantrili çözümü travma odasının görünümü. Arka tarafta, hareketli gantri, standart BT tarama odasındaki normal pozisyonunda bulunuyor. BT süiti ve travma odası, X-ray geçirmez (arka planda), hareketli bir kapı ile ayrılıyor. Herhangi bir travmatik hasta için BT gerekiyorsa kapı açılıyor ve gantri hastanın üzerinde hareket ediyor. Bu sayede hasta, yerinden oynatılmaksızın taranıyor.



1 100 kV düzeyinde iyot bazlı yüksek kontrastla görüntülenen üst abdomende mükemmel görüntü kalitesi. Görüntülerde, dalak rüptürü teşhisini riske atacak herhangi bir artefakt bulunmuyor. Pankreas, karaciğer ve böbrekler normal görünüyor.

2 3 mm'lik koronal MPR görüntülerinde, dalak rüptürü ile birlikte çok miktarda serbest abdominal sıvı görülüyor. Karaciğer ve böbrekler normal görünüyor. Görüntü kalitesinde, hareketli masalı sabit bir gantri ile elde edilen görüntü kalitesine kıyasla tespit edilebilir bir fark söz konusu değil.

3 Omurga yaralanmasının olmadığını teyit eden mükemmel görüntü kalitesi

İnceleme protokolü

Tarayıcı	SOMATOM Definition AS 64 Hareketli Gantrili Sistem		
Tarama alanı	Göğüs / Abdomen	Rotasyon süresi	0,5 s
Tarama uzunluğu	63 cm	Pitch	1,2
Tarama yönü	Kraniokaudal	Kesit kolimasyonu	64 x 0,6 mm
Tarama süresi	12 s	Kesit genişliği	1,0 / 5,0 mm
Tüp gerilimi	100 kV	Rekonstrüksiyon aralığı	0,5 / 5,0 mm
Tüp akımı	261 mAs	Rekonstrüksiyon çekirdeği	B30f, B60f, B75f
Doz modülasyonu	CARE Dose4D	Kontrast madde	
CTDI _{vol}	5,75 mGy	Hacim	75 mL
DLP	329 mGy cm	Akış hızı	2 mL/s
Etkin doz	4,6 mSv	Başlangıç gecikmesi	70 s

10 haftalık bebekte sedasyonsuz trakeal stenoz teşhisi

Prof. Oliver Mohrs, MD, Barbara Brecher, MD, Andrej Jörg, * Christoph Lauff*

Radyoloji Bölümü, Alice-Hospital, Darmstadt, Almanya

*Siemens Almanya, İş Yönetimi BT

Hastanın hikayesi

Konjenital trakeomalazili 10 haftalık kız bebek, akut obstrüktif bronşit nedeniyle hastaneye kaldırıldı. Hastaneye kaldırılırken boğulmak üzere olan bebek baygındı ve dudağında belirgin bir siyanoz mevcuttu. Acil müdahaleden sonra bebeğe bronkoscopi tatbik edildi. Bronkoscopi sonucunda hastada uzun segmental trakeomalazi tespit edildi. Analiz sırasında hastanın nefes borusu tamamen kollabe oldu. Ameliyat öncesi planlama için torasik BT uygulanmasına karar verildi.

Teşhis

BT görüntülerinde, innominat arter ile özofagus arasında trakeal stenoz görülüyor (Şekil 1 ve 2). İki ciğerde de herhangi bir anormallik görülüyor, torasik aort ile aort dalları normal durumda bulunuyor (Şekil 3). Tedavinin ilerleyen aşamaları için aortopeksi ihtimali düşünüldü.

Yorumlar

Bebeğin kritik durumu nedeniyle sedasyon tercih edilen bir seçenek değildi. Bu nedenle tarama prosedürü, Flash konumu kullanılarak serbest solunumlu bir şekilde gerçekleştirildi.

Tarama süresi sadece 0,26 saniyeydi ve elde edilen görüntü kalitesi tamamen tanısaldı. Hastanın maruz kalacağı radyasyon dozunu düşürmek amacıyla tarama için 80 kV'lık gerilim tercih edildi, bu durum daha yüksek bir kontrast-gürültü oranı ve sadece 0,99 mSv'lik bir doz ile sonuçlandı.

Flash konumu, tarama süresini oldukça kısaltıyor, bu sayede bebeklerin sedasyonsuz BT taramasına tabi tutulmalarını sağlıyor. Düşük kV ayarları ile birleştiğinde bu durum, son derece düşük dozlarda yeterli tanısallığın elde edilmesini sağlıyor.

İnceleme protokolü

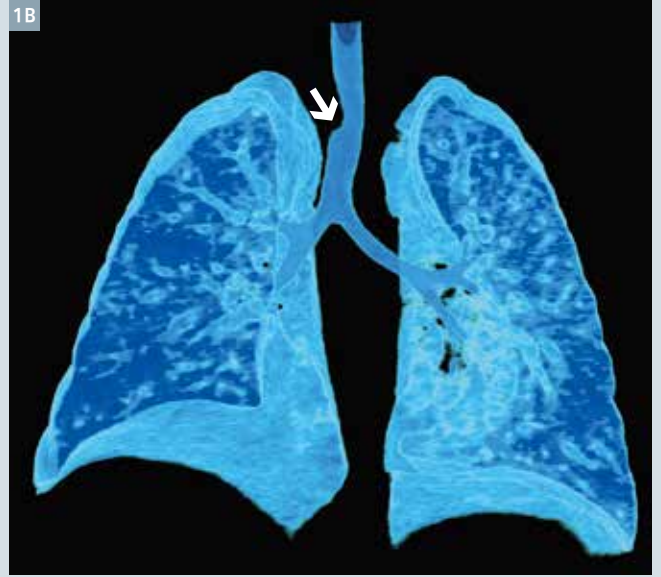
Tarayıcı	SOMATOM Definition Flash		
Tarama alanı	Toraks	Rotasyon süresi	0,28 s
Tarama uzunluğu	104 mm	Pitch	3
Tarama yönü	Kraniyokaudal	Kesit kolimasyonu	128 x 0,6 mm
Tarama süresi	0,26 s	Kesit genişliği	0,6 mm
Tüp gerilimi	80 kV	Rekonstrüksiyon aralığı	0,3 mm
Tüp akımı	40 mAs	Rekonstrüksiyon çekirdeği	B31f
Doz modülasyonu	CARE Dose4D	Kontrast madde	
CTDI _{vol}	0,84 mGy	Hacim	7 mL
DLP	11 mGy cm	Akış hızı	1 mL/s
Etkin doz	0,99 mSv	Başlangıç gecikmesi	Bolus izleme

1A

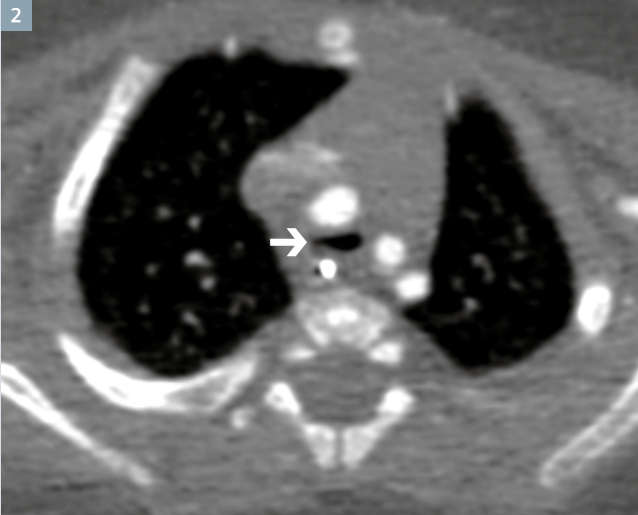


1 VRT görüntülerinin posterior görünümünde, trakeal stenoz (oklar ile gösterilen) ile birlikte nefes borusunun ön kısmından geçen innominat arter görülüyor.

1B

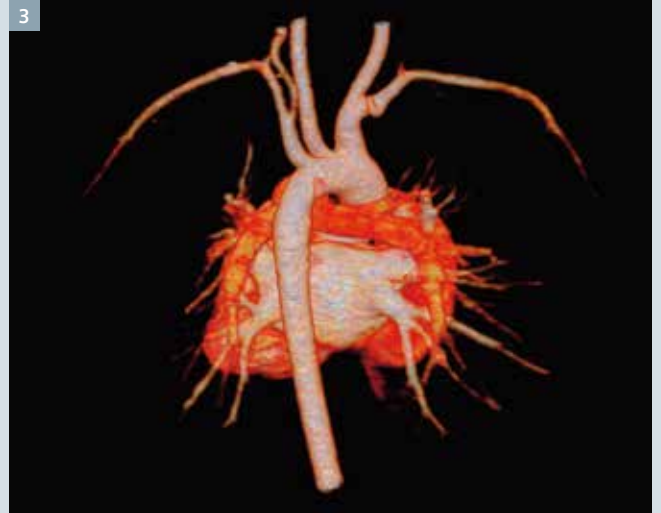


2



2 Aksiyal görüntüde, innominat arter ile özofagus arasında trakeal stenoz (oklar ile gösterilen) görülüyor.

3



3 VRT görüntüsünde, torasik aortun normal seyri ile aort dalları görülüyor.

TAKE (transarteriyel kemoembolizasyon) MIYABI anjiyo - BT destekli

Katkıları için David L. Lacey'e (MD) teşekkür ederiz.

Girişimsel Radyoloji Bölümü, Iowa Methodist Hastanesi, Des Moines, Iowa, ABD

Hastanın hikayesi

Kronik hepatit C ve alkol kullanımına sekonder, son evrede karaciğer hastalığı olan 51 yaşındaki erkek hastada, son olarak hepatosellüler karsinomdan (HCC) şüphe edildi. Hasta, 2013 yılında DEB-TACE prosedürüne tabi tutuldu ve takip amaçlı ön taramada herhangi bir tümör artığına rastlanmadı. Ancak ne yazık ki 2014 yılı Şubat ayında çekilen en son MR taramasında (Şekil 1), geçmiş tedavisinde yok edilen HCC'nin periferik bölgede yeniden ortaya çıktığı tespit edildi. Hastaya aynı tedavi uygulanmaya başlandı.

Teşhis

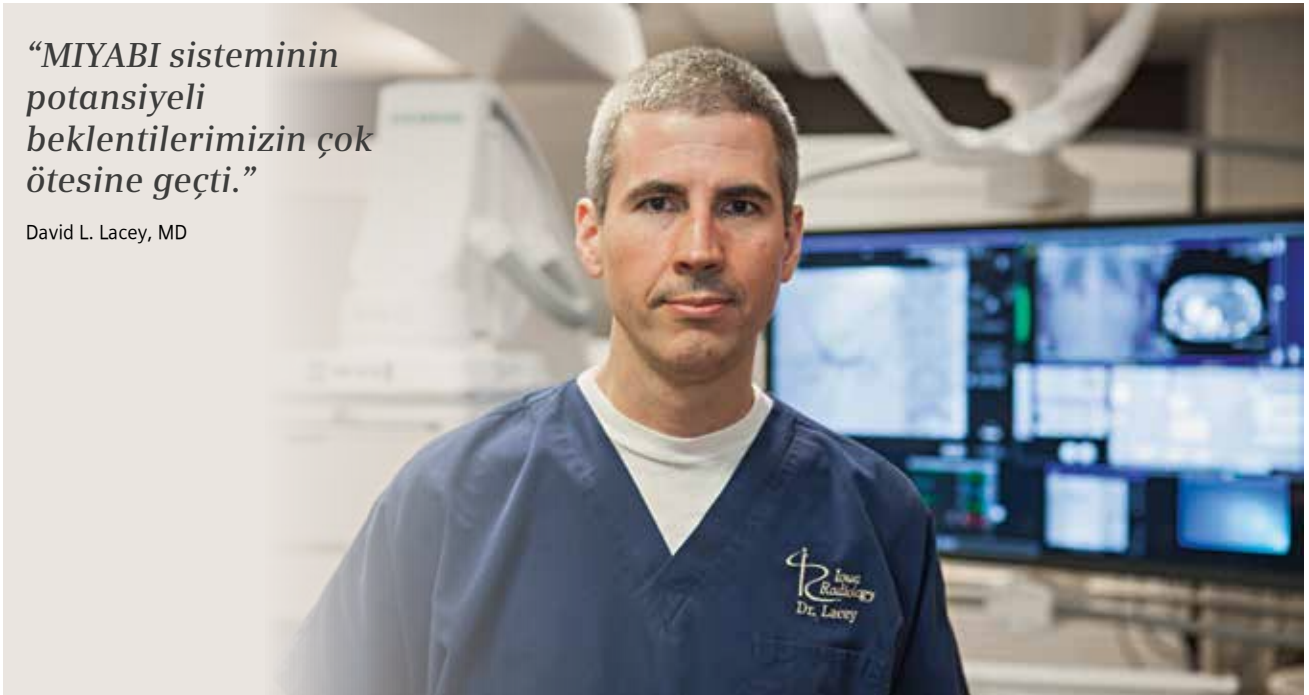
Hepatosellüler Karsinom

Tedavi

Ortak hepatic arterde 4 F Simmons-1 kateteriyle ön anjiyogram çekildi (Şekil 2). Anjiyografi görüntülerinde HCC görüntülenmedi. Aynı pozisyondaki kateterle bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyogramı çekildi. MIYABI sisteminin CT gantrisi, gereken pozisyona getirildi ve 2 cc/san. hızında tam güç kontrast maddesi tatbik edilerek spiral BT çekildi. Aksiyal görüntüler, MR görüntülemesindeki kitle ile uyumlu bir şekilde HCC gelişimini (Şekil 3) açık bir şekilde gösterdi. Hacimsel görüntüler, anjiyo iş istasyonuna gönderildi ve burada gözden geçirildi. Koronal MPR

“MIYABI sisteminin potansiyeli beklentilerimizin çok ötesine geçti.”

David L. Lacey, MD

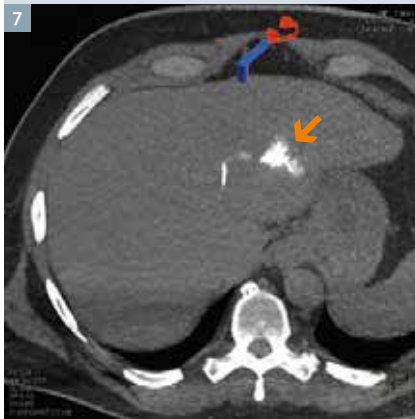
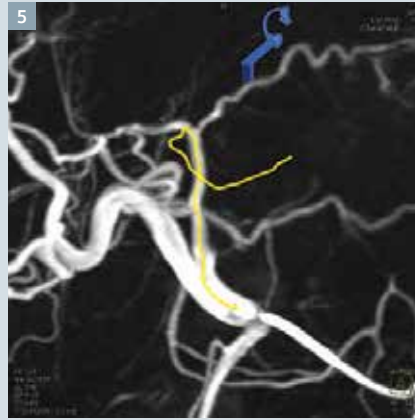
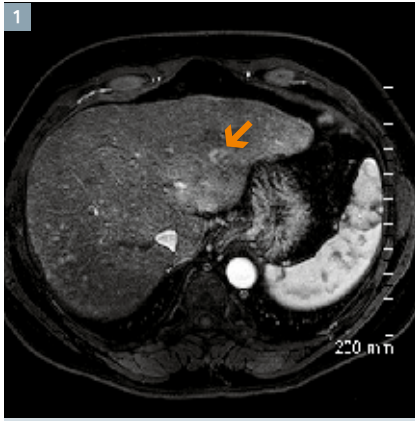


görüntülerinde (Şekil 4), küçük, tek bir besleyici damar tespit edildi. Damarın küçük ebatları ve orijini dikkate alındığında syngo Embolizasyon Kılavuzu yazılımının kullanılmasına karar verildi. 4 F kateterinin yanına bir başlangıç noktası yerleştirildi. İkinci başlangıç noktası ise, HCC'yi besleyen küçük damarın üzerine kondu. Hesaplanan yol haritası, MPR görüntülerinde gözden geçirildi ve haritanın doğru olduğu teyit edildi. Daha sonra, tümörü besleyen damara bir mikro kateter takmak için canlı

floroskopi görüntüleri üzerine bindirilmiş 3 boyutlu yol haritası (Şekil 5) kullanıldı. Kateterin pozisyonunu teyit etmek için damarın DDA anjiyogramı çekildi (Şekil 6). DSA görüntüsü, CTA MIP görüntüsü ile son derece uyum gösterdi. Daha sonra Doxorubicin içeren ilaç kaplı boncuklar damar içine zerk edildi. İlaç zerkinden hemen sonra nihai olarak kontrastsız bir BT taraması gerçekleştirildi ve bu işlem sonucunda, uygun hedef embolizasyonunu teyit edildi (Şekil 7).

Yorumlar

Anjiyografide yeterince iyi görüntülemeyi hepatozellüler karsinomun subselektif tedavisi zorlu bir süreç olabiliyor. MIYABI Anjiyo BT sistemiyle gerçekleştirilecek kateter yönlendirmeli BT anjiyografisi ve embolizasyon yönlendirme araçları kombinasyonunun bu lezyonların kesin tedavisinde verimli bir yöntem olduğu görülüyor.



1 MR görüntüsünde, karaciğerin II no'lu segmentinde, daha önce tedavi edilmiş 1,4 cm ebadındaki HCC'nin periferik bölgedeki gelişimi görülüyor (ok)

2 DSA anjiyogramında, tümör içinde yok denecek kadar küçük bir kontrastlanma görülüyor, tümörü besleyen uygun bir damar tespit edilemedi.

3 Hepatik arterde kateter yardımıyla çekilen BT anjiyogramında, nükseden HCC'nin bulunduğu yerde bir kızarıklık görülüyor (ok).

4 Koronal MPR görüntülerinde, HCC'yi besleyen küçük bir damar görülüyor.

5 Tümörü besleyen damar, ön anjiyogramda net bir şekilde görülmedi. Damar orijini ve yolunu (sarı çizgi) tespit etmek için embolizasyon kılavuzu aracı kullanıldı.

6 Mikro kateter ile gerçekleştirilen anjiyogramda, HCC'yi besleyen ve görüntülenmek istenen damar dalının dolduğu (ok) görülüyor. Tümörü besleyen damardaki kateterle dahi tümör içinde kayda değer bir kızarıklık görülmedi. Söz konusu damar yolu, MPR BT görüntüsü ile de uyumlu.

7 DEBT-TACE prosedüründen sonra çekilen, kontrastsız nihai BT görüntüsünde, HCC'nin bulunduğu yerde yoğun kontrast boyası görüldü. Bu durum uygun tedaviyi teyit etti.

MR görüntü bindirme tekniği kullanılarak serebral anevrizma tedavisi - syngo DynaCT, syngo InSpace 3D/3D Füzyon ve syngo iPilot Destekli

Katkıları için Demetrius Lopes'e (MD) teşekkür ederiz.

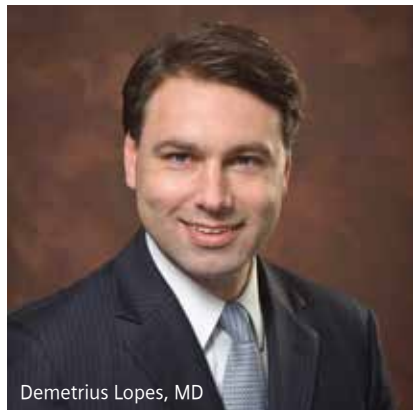
Nöroendovasküler Cerrahi Merkezi, Rush Üniversitesi Tıp Merkezi, Chicago, IL, ABD

Hastanın hikayesi

Polikistik böbrek rahatsızlığı olan 36 yaşında erkek hasta, baş ağrısı şikayeti sonrasında nefroloğunun tavsiyesi üzerine MR Anjiyografisi yaptırdı. Anjiyografi sonucunda, hastanın sol anterior serebral arterinin (ACA) A1 segmentinde 2,8 mm'lik bir anevrizma olduğu tespit edildi.

Teşhis

Gözlem ve müdahaleye (örneğin, mikro cerrahi klipsleme ve endovasküler tedavi) ilişkin riskler anlatıldıktan sonra hasta, bu anevrizmanın endovasküler tedavisinin gerçekleştirilmesini talep etti. Hastanın kronik böbrek hastalığı dikkate alınarak (kreatinin referans değeri: 2,5 mg/dL), tedavi sırasında ortak görüntü kayıtlı MR Anjiyografisi-floroskopi uygulanmasına karar verildi.



Demetrius Lopes, MD

Tedavi

Düşük dozda 5 saniye boyunca, kontrastsız syngo DynaCT taraması gerçekleştirildi ve harici bir 3D TOF MR görüntüleme veri seti, syngo X Workplace iş istasyonuna aktarıldı. Her iki veri seti (MR görüntüleme ve syngo DynaCT), syngo InSpace yazılımına yüklenirken MR taramasına ait MPR görüntüleri, kemiksi yapıların görüntülerinin iyileştirilmesi amacıyla evirtik imgeleme konumunda görüntülendi.

syngo InSpace 3D/3D Füzyon fonksiyonu devreye sokuldu ve görüntüler, otomatik kayıt konumu kullanılarak kemiksi noktalar temelinde ortak kayda alındı. Kayıt matrisi saklandı ve MR görüntüleme veri setine tatbik edildi. 3D TOF görüntülerinin canlı floroskopi görüntülerine bindirilmesine imkan vermek için syngo iPilot® fonksiyonu seçildi. 14 mm'lik bir stentin takılı olduğu sol ICA ve sol A1 segmenti içerisinde dolaşmak üzere MR görüntülemeye dayalı bu 3D yol haritası kullanıldı. Daha sonra, çıkarılabilir sargıdan toplam 12 cm'lik bir kısmı yerleştirmek için bir mikro kateter kullanıldı. Son olarak, %50 seyreltik kontrast maddesinden 4 cc enjekte edilerek çift düzlemli DSA prosedürü gerçekleştirildi ve bu işlem, anevrizmanın komple oklüzyonunu teyit etti.

Yorumlar

İyot bazlı kontrast maddenin kullanımı, geçmişten gelen böbrek rahatsızlığı olan hastalarda son derece dikkat edilmesi gereken bir konudur, çünkü kontrast madde kaynaklı nefropati riski, geçmişinde böbrek yetmezliği olan hastalarda maksimum %27'ye kadar çıkıyor [1].

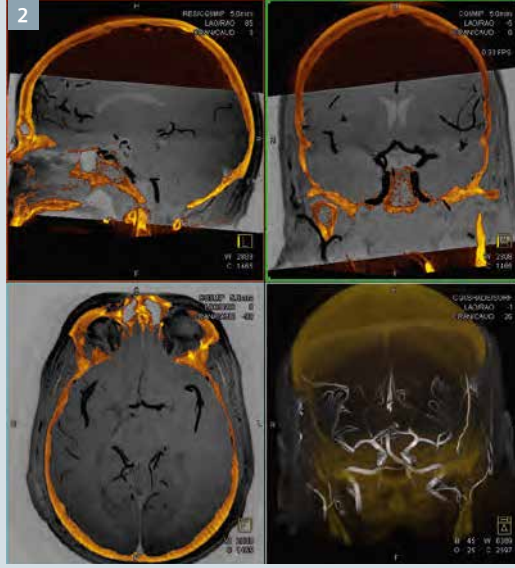
syngo DynaCT sistemine kayıtlı ameliyat öncesi MR tarama görüntülerini kullanmak ve bu görüntüleri canlı floroskopi görüntüleri üzerine bindirmek suretiyle stent takmak ve anevrizmaları sargılamak, herhangi bir kontrast maddesi kullanılmaksızın gerçekleştirilebiliyor. Ortalama bir stent sargılama prosedürü için gerekli kontrast madde miktarı 115 cc'dir. Sadece anevrizmanın komple oklüzyonunu görüntülemek için 4 cc kontrast maddeyle nihai bir DSA prosedürü gerçekleştirildi. Tedavi amaçlı girişim ise, anjiyografi süitinde yönlendirme amacıyla MR tarama görüntülerinin kullanımı sayesinde kontrast madde tatbik edilmeksizin yapıldı.

İletişim

heike.zimmermann@siemens.com



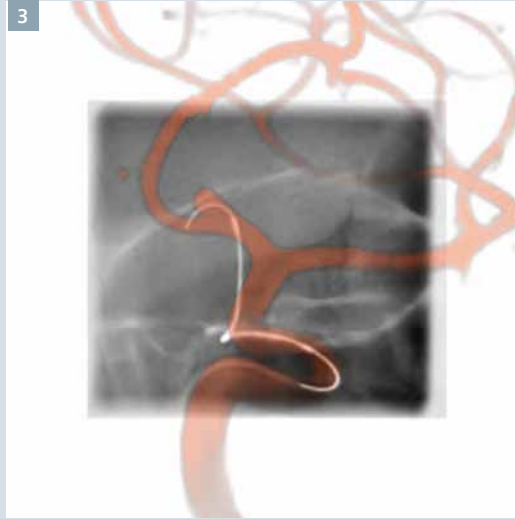
1 Sol anterior serebral arterin A1 segmentinde (beyaz ok) 2,8 mm'lik anevrizmayı gösteren 3D TOF MR tarama görüntüsü



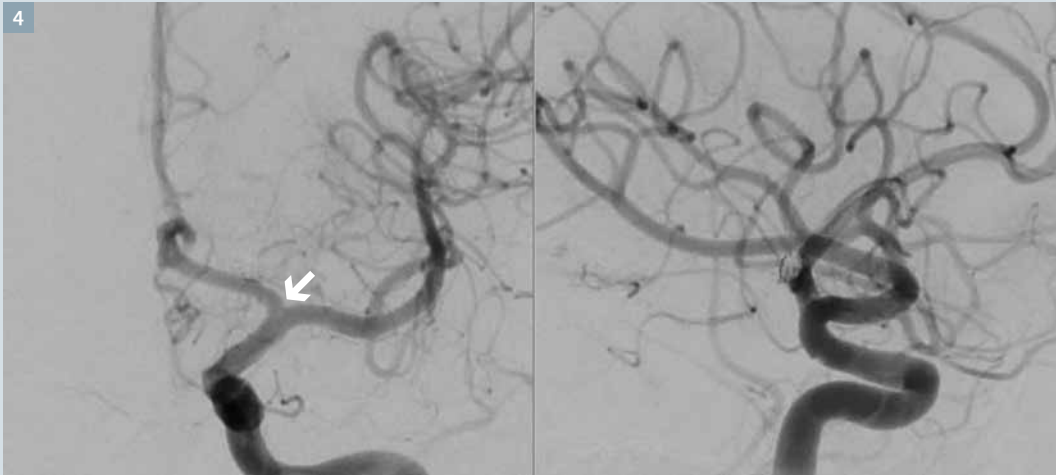
2 3D TOF prosedürünün evirtik MPR görüntüsü ile düşük dozda 5 saniyede elde edilen syngo DynaCT veri seti (sarımtırak), syngo InSpace 3D/3D Fusion özelliği kullanılarak kemiksi noktalar üzerinde birleştirildi.

“Artis zee sisteminin sunduğu teknoloji, böbrek fonksiyonunun daha da bozulmasını önlemek için minimum düzeyde kontrast madde tatbiki ile endovasküler girişim gerçekleştirilmesini sağlıyor. Bu da anevrizma tedavisi için yapılan açık beyin ameliyatı sırasında çok faydalı oluyor.”

Demetrius Lopes, MD



3 3D yol haritası ile hizalanmış floroskopi görüntüsü, kılavuz tel hareket ettirilken 3D TOF görüntüsü üzerinde vasküler anatomiyi gösteriyor.



4 0° ve 90°deki nihai çift düzlemli DSA görüntüsünde, A1 segmentindeki anevrizmanın komple oklüzyonu görülüyor. Proksimal stent işaretleyicileri, anterior görünümde net bir şekilde görülüyor (beyaz ok).

Yüksek ve düşük dereceli gliomlu hastalarda amid proton transferli MR görüntüleme

Yan Bai¹; Panli Zuo²; Benjamin Schmitt³; Dapeng Shi¹; Jinyuan Zhou⁴; Meiyun Wang¹

¹ Radyoloji Bölümü, Henan Eyaleti Halk Hastanesi, Zhengzhou, Henan, Çin

² Siemens Sağlık Sektörü, MR İşbirlikleri NE Asya

³ Siemens Sağlık Sektörü, Erlangen, Almanya

⁴ Radyoloji Bölümü, Johns Hopkins Üniversitesi, Baltimore, MD, ABD

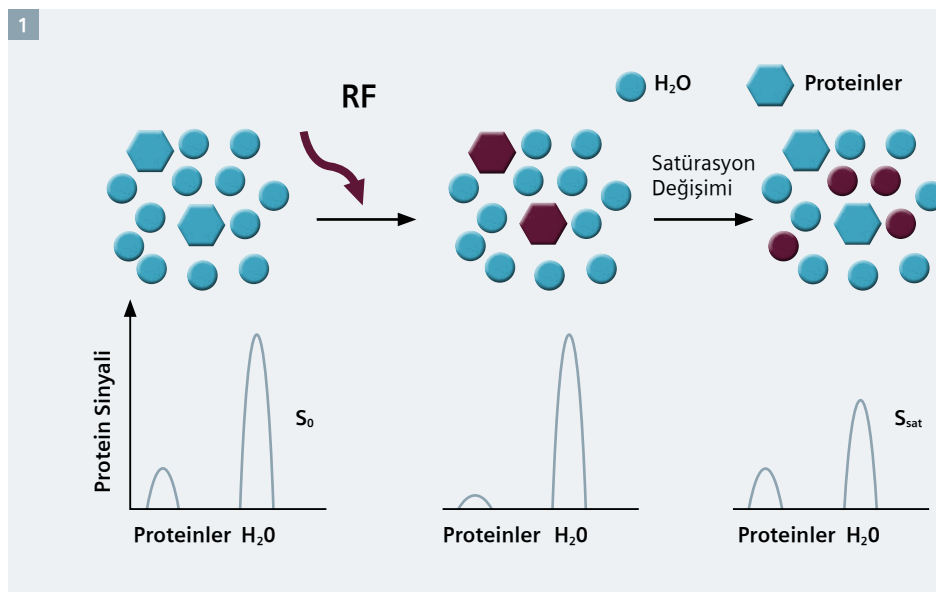
Hastanın hikayesi

Gliomların derecelendirilmesi, tedavi stratejisinin belirlenmesi ve prognoz değerlendirmesinde klinik önem taşıyor. Klinik uygulamadaki mevcut bilgi birikimine rağmen yüksek ve düşük dereceli gliomların birbirlerinden ayırt edilmesi, geleneksel MR görüntülemeye üst üste binen görüntü bulguları nedeniyle birçok durumda radyologları ikileme sürüklüyor. Solid tümörleri, normal dokulardan ayıran özelliklerden biri, Amid Proton Transferi (APT) hidrolizi ve artan anaerobik metabolizmanın tümör çevresinde oluşturduğu asidik mikro çevredir. Asidik değerlerin intraselüler artışının bir sonucu olarak, selüler metabolizmanın bozulmasını önlemek amacıyla asidik

bileşiklerin ekstraselüler boşluğa taşınması yukarı doğru regüle ediliyor ve bu durum, intraselüler pH değerlerinde küçük çaplı artışa neden oluyor [1]. APT, tümör gibi biyolojik dokulardaki endojen mobil protein ve peptitleri tespit eden yeni bir MR görüntüleme tekniğidir [2]. Geçmişte yapılan çalışmalar, APT MR görüntüleme tekniğinin selüler pH düzeyi ve protein konsantrasyonundaki değişikliklere karşı hassas olduğunu ortaya koydu [3]. Burada, yüksek ve düşük dereceli gliomları birbirlerinden ayırt etme aracı olarak, ekzojen kontrast maddesi gerektirmeyen APT MR görüntüleme tekniği kullanıldı.

Teori

1990'ı yılların başında Balaban tarafından keşfedilen kimyasal değişime bağlı satürasyon transferi (CEST) görüntülemesi, proteinlerdeki değiştirilebilir protonları ölçmek için kullanılan bir tür manyetizasyon transferi (MT) görüntülemesi tekniğidir. Şekil 1'de gösterildiği gibi düşük yoğunluklu proteinler, değiştirilebilir protonlarını (örneğin, hidroksil, amin ve amid gibi) kendilerine özgü rezonans frekansında özel radyo frekanslı (RF) irradyasyonu aracılığıyla ne düzeyde doyurdularına göre etiketleniyor. Etiketlenen bu protonlar, daha sonra belirli bir değişim hızında kimyasal değişim aracılığıyla yığın suya



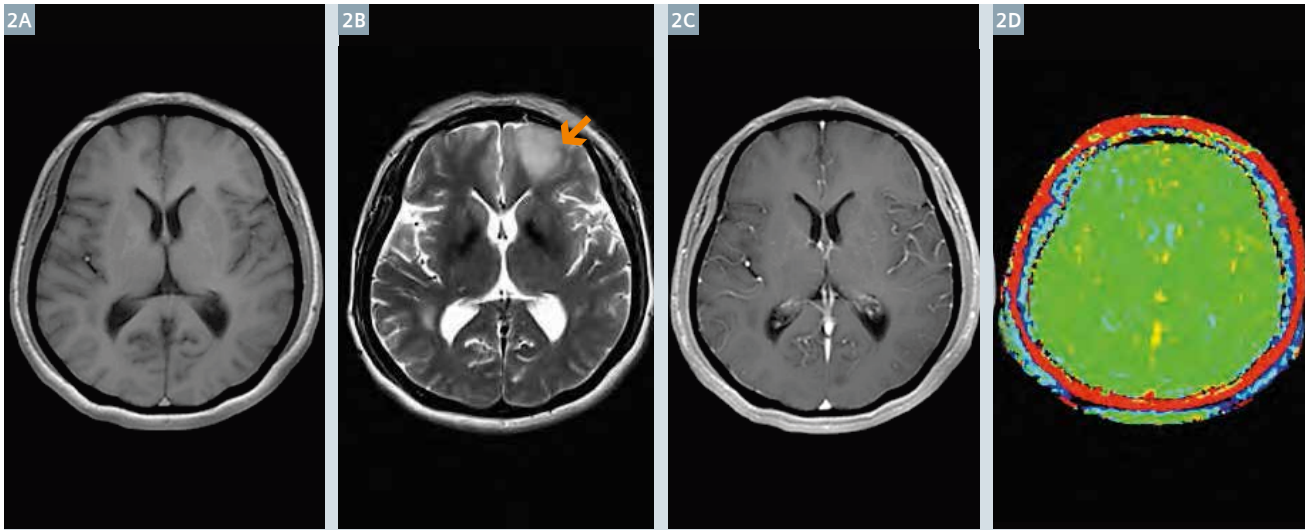
1 Kimyasal değişime bağlı satürasyon transferinin (CEST) şematik gösterimi. Su ve proteinler, iki ayrı proton havuzunu oluşturuyor ve farklı kimyasal kaymalara sahip bulunuyor. Protein protonları, kendilerine özgü rezonans frekansında RF irradyasyonu aracılığıyla doyuruluyor. Suya aktarılan bu satürasyon, su sinyalini azaltıyor.

aktarıyor. Her zaman son derece düşük yoğunlukta olan çözünen proteinleri, standart MR protokollerini kullanarak doğrudan tespit etmek güç. Ancak sürekli aktarım işlemi belirli bir süre devam ettikten sonra bu etki, MR görüntüleme sinyalini azaltıyor ve protonlar, su sinyali atenuasyonu aracılığıyla dolaylı olarak tespit ediliyor. Bu etki, satürasyonlu (S_{sat}) ve satürasyonsuz (S_0) su sinyallerinin oranı kullanılarak ölçüldü.

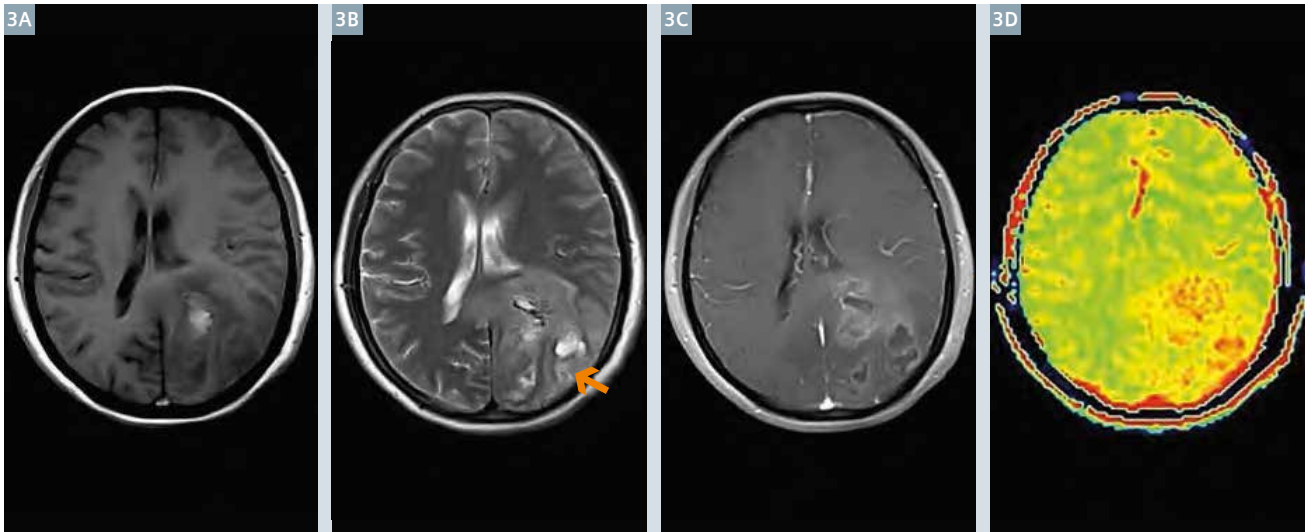
CEST analizinde en sık kullanılan ölçüm yöntemi, bir arada mevcut olan geleneksel MR ve direkt satürasyon etkilerinin yaratacağı paraziti azaltmak üzere sağ ve sol MT oranı çıkarılarak ($MTR = 1 - S_{sat}/S_0$) yapılan manyetizasyon transferi asimetrisi (MTR_{asym}) analizidir.

$$MTR_{asym} = S_{sat}(-\Delta\omega)/S_0 - S_{sat}(+\Delta\omega)/S_0 \quad (1)$$

Bu denklemde $\Delta\omega$, su ile olan frekans farkını ifade ediyor. MTR görüntüsünün, satürasyon frekansı ile elde edilmesi, Z-spektrumunu (CEST spektrumu olarak da bilinir) veriyor. Amid protonları, proton MR spektrumunun 8,3 ppm düzeyinde (su sinyaline göre 3,5 ppm) rezonans üretiyor ve amid proton transferi (APT) görüntülemesinde kullanılıyor.



1 Sol frontal lobunda astrositomu (DSÖ derece II) olan 51 yaşındaki kadın hasta. (2A) T1 ağırlıklı görüntü; (2B) T2 ağırlıklı görüntü; (2C) Post-gadolinium tatbiki sonrası çekilen T1 ağırlıklı görüntü; (2D) APT haritası



2 Sol oksipital lobunda gliyoblastomu (DSÖ derece IV) olan 47 yaşında erkek hasta. (3A) T1 ağırlıklı görüntü; (3B) T2 ağırlıklı görüntü; (3C) Post-gadolinium tatbiki sonrası çekilen T1 ağırlıklı görüntü; (3D) APT haritası

Hastanın hikayesi

1. vaka, sol frontal lobunda astrositomu (DSÖ derece II) olan 51 yaşındaki kadın hastadır (Şekil 2). Hastanın, MR taramasının 5 saat öncesinden başlayan, baş dönmesi, bulantı ve kusma dahil olmak üzere çeşitli nörolojik şikayetleri mevcuttu.

2. vaka, sol oksipital lobunda gliyoblastomu (DSÖ derece IV) olan 47 yaşında erkek hastadır (Şekil 3). İki aydır uykusuzluk çeken hastanın, MR taramasının 5 saat öncesinden başlayan, baş dönmesi, bulantı ve kusma dahil olmak üzere çeşitli şikayetleri mevcuttu.

Sekans detayları

Her iki hasta da, 3T MR sisteminde (MAGNETOM Trio a Tim Sistemi, Siemens AG, Erlangen, Almanya) tarandı. APT görüntüleri, şu parametreler ile birlikte GRE-bazlı CEST* WIP sekansı uygulanarak çekildi: TR 3200 ms, TE 2,87 ms, FA 10 derece, kesit kalınlığı: 5 mm. Görüntü değerlendirme işleminden önce satürasyon modülü tatbik edildi. Dört adet RF pulsesi, su frekansına göre +5 ile -5 ppm arasında (birim aralık değeri 0,5 ppm'dir) değişen 21 adet farklı aktarma frekansı için tekrarlandı. APT görüntülerini elde etmek için 3,5 ppm düzeyindeki aktarmada MTR asimetri analizi gerçekleştirildi.

Tarama bulguları

1. vakada, sol frontal lobdaki düşük dereceli gliom, T1 ağırlıklı görüntüde çok belirgin olmamakla (Şekil 2A) birlikte T2 ağırlıklı görüntüde hiperintens görülüyor (Şekil 2B). Yüksek kontrastlı T1 ağırlıklı görüntüde herhangi bir iyileşme söz konusu değil (Şekil 2C). APC haritası, tümörün izointensitesini gösteriyor (Şekil 2D).

2. vakada, yüksek dereceli gliomun solid kısmı, T1 ağırlıklı görüntüde (Şekil 3A) hipointens, T2 ağırlıklı görüntüde (Şekil 3B) heterojen hiperintens görülüyor. Tümördeki kanama alanı, T1 ağırlıklı görüntüde (Şekil 3A) izointens-hiperintens, T2 ağırlıklı görüntüde (Şekil 3B) hiperintens görülüyor. Yüksek kontrastlı, T1 ağırlıklı görüntüde

düzensiz bir iyileşme söz konusu (Şekil 3C). APC haritasında, solid ve kanama unsurları ile birlikte tümörün hiperintens olduğu görülüyor (Şekil 3D).

Sonuç

İlk sonuçlar, GRE bazlı bu CEST sekansının yüksek kalitede APT görüntüleri üretebildiğini ortaya koyuyor. İntraselüler pH değerinin, tümör ve normal dokuda aşağı yukarı aynı olduğu tespit edildi. Yüksek dereceli serebral gliomlarda yüksek APT sinyali, genelde yüksek protein konsantrasyonundan kaynaklanıyor [2, 3]. İnvazif olmayan APT tekniği, mobil selüler proteinleri ve in vivo pH artışının tespitinde faydalı bir araç olarak görülüyor. Bu teknik, gliomların derecelendirilmesinde tanısal kesinlik seviyesini arttırmak açısından alternatif bir görüntüleme tekniği olabilir.

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

Referanslar

- 1 Zhou J, Lal B, Wilson DA, et al. Amide Proton Transfer (APT) Contrast for Imaging of Brain Tumors. Magn Reson Med. 2003;50:1120-1126.
- 2 Zhou J, Blakeley JO, Hua J, et al. Practical data acquisition method for human brain tumor amide proton transfer (APT) imaging. Magn Reson Med. 2008;60(4):842-849.
- 3 Zhou J, Tryggstad E, Wen Z, et al. Differentiation between glioma and radiation necrosis using molecular magnetic resonance imaging of endogenous proteins and peptides. Nat Med. 2011;17(1):130-134.



İletişim

Meiyun Wang, M.D., Ph.D.
Müdür Yardımcısı
Radyoloji Bölümü
Henan Eyaleti Halk Hastanesi
Zhengzhou, Henan 450003
Çin
Tel: +86-371-6558-0267(0)
marian9999@163.com

SIEMENS



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 yaptıktan, 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.

Answers for life.

SIEMENS



www.siemens.com/ultrasound

Sürekli Yenilenen ACUSON S Ürün Ailesi

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

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

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

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

Answers for life.