

# Brakiyal pleksus MRG'sini sadeleştirmek

Adrien Jaccoud<sup>1</sup>; Graça Maria Fernandes<sup>2</sup>; Marie-Françoise Favre-Felix<sup>3</sup>; Corentin Mauris<sup>1</sup>; Nicolas Dechâtre<sup>4</sup>; Jean-Luc Montazel<sup>5</sup>; Alexandre Lesage<sup>5</sup>; Pierre Pottecher<sup>5</sup>

<sup>1</sup>GIE IRM74, Groupement d'Intérêt Economique Imagerie par Résonance Magnétique, Annecy, Fransa

<sup>2</sup>Siemens Healthineers, Saint Priest, Fransa

<sup>3</sup>Directrice d'établissement de santé, retraitée, GIE IRM74, Annecy, Fransa

<sup>4</sup>Spécialiste Application Clinique IRM, Medical

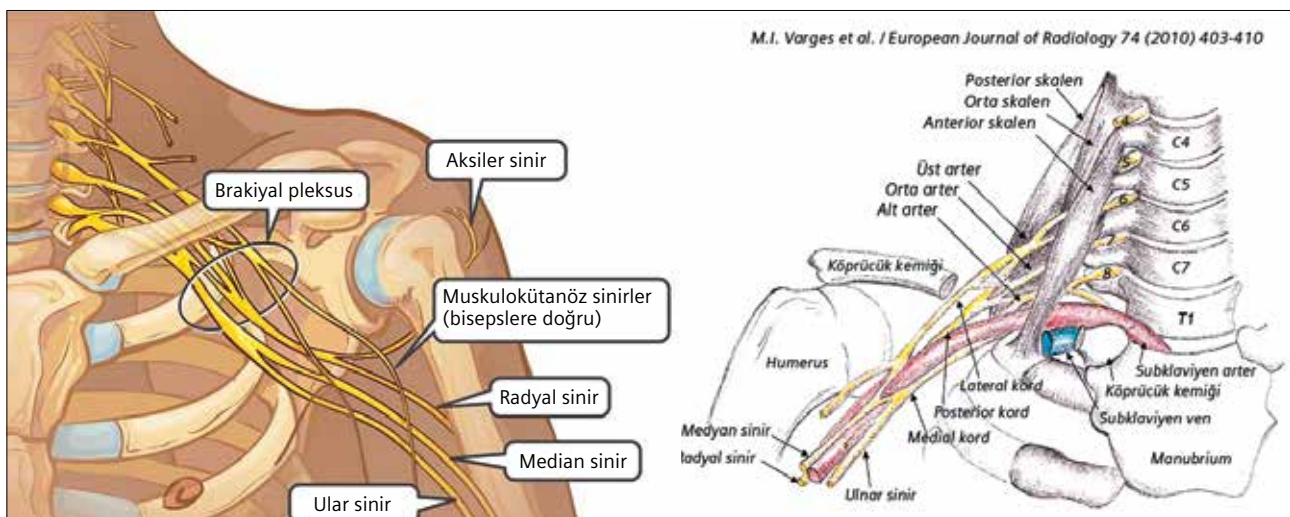
<sup>5</sup>Professionals, Annecy, Fransa <sup>5</sup>Radiologues, Groupe IMARA, Clinique générale, Annecy, Fransa

## Giriş

Brakiyal pleksus MRG taramaları tanısıl açıdan son derece faydalı oluyor. Bununla birlikte, brakiyal pleksusun yapısı ve anatomisi, rutin muayeneyi güçleştiriyor. Radyologlar ve teknisyenler nadiren bu tür muayeneler gerçekleştirdiğinden, genellikle tedirgin oluyor ve bu nedenle de hata yapıyor. Ayrıca, tetkikler çoğu zaman 3T MRG sistemiyle yapılıyor [3–6]. Annecy, Fransa'da birden fazla noktada faaliyet gösteren ve toplam 7 Siemens Healthineers MRG tarayıcının bulunduğu kurumumuzda daha önce seyrek gerçekleştirilen (2017'de %0,06) bu görüntüleme türü artık daha sık talep ediliyor ve gerçekleştiriliyor (2018'de %0,13 ve 2019'da %0,18 [2]). Brakiyal pleksus görüntülemesine yönelik kuvvetli demografik baskı

ve dolayısıyla giderek artan talep göz önüne alındığında [1], bu tetkikin daha iyi yapılandırılması, zaman içinde yeniden üretilmesi ve çeşitli MRG sistemlerimiz için homojenize edilmesi açısından protokollerin Dot motorları ve CAIPIRINHA SPACE gibi yeni 3D çekim teknikleri kullanılarak optimize edilmesi gerekiyor. Kısacası, bu protokoller brakiyal pleksus görüntülemesini sadeleştiriyor.

Bu yazıda, 1.5T'de brakiyal pleksus MRG'yi, endikasyonların %100'ünü kapsayacak şekilde, radyoloji teknolojilerinin işini basitleştirerek, (bu türden tetkikleri pek sık yapmayan) radyologların analizlerini kuvvetlendirerek ve faaliyetimize yönelik yüksek talebe yanıt vererek nasıl uygulamaya aldığımızı paylaşıyoruz.



### 1 Anatmik şemalar. [6]

Brakiyal pleksus son dört servikal sinirin (C5, C6, C7, C8) anterior kollarının ve birinci torasik sinirin (T1) birleşiminden oluşuyor. Bu sinirlerin birleşimi, üç sekonder gövde oluşturan ve terminal kollarda sonlanan üç primer gövdenin oluşmasına katkı sağlıyor. İşlev bakımından, pleksusun posterior segmenti büyük ölçüde üst ekstremitenin (omuz, dirsek ve bilek) ekstansiyon düzlemine ve fleksiyon düzlemin anterior segmentine (dirsek, bilek ve parmaklar) tekabül ediyor.

## Anatomik genel bakış / endikasyonlar

Brakiyal pleksus MRG'si için endikasyonlar şunlardır:

- **Travma** (kök avulsiyonun araştırılması): bkz. Şekil 7a, b.
- **Primer veya sekonder tümörler:** bkz. Şekil 8a, b.
- **Enflamasyon** (radikulopleksus nöropatisi vb.): bkz. Şekil 9.
- **Torakobrakiyal çıkış sendromu:** bkz. Şekil 14, 15.

MRG ile araştırma süreci karmaşıktır:

- Çoklu anatomik yapılar: arter ve venler, yağ, kemikler, kaslar, tendonlar, sinirler;
- B0 alanındaki, havayla ilişkili inhomojeniteler–boyun – omuz arayüzeleri, etkili B0 ayarı yapmayı (shimming) zorlaştırır;
- Akciğerlerin yakınlığı: solunumla ilişkili hareket artefaktları.

Bu nedenle sağlam çekim tekniklerinin uygulanması gerekiyor.

Bu zamana dek protokollerimiz hep teknolojistlere/radyologlara bağlı oldu ve şu seçeneklerden biri tercih edildi: 3 düzlemde T2a TSE 2D; STIR TSE 2D ya da 3D; 3 düzlemde T2a Dixon; 3 düzlemde T1a TSE; CISS; yağ satürasyonlu veya su eksitasyonlu kontrast sonrası T1a TSE; veya T1a TSE Dixon; veya T1a 3D Dixon VIBE.

Literatür genellikle 3D TSE STIR (SPACE) kullanımını öneriyor. Bununla birlikte, böyle bir uygulama çok vakit alabiliyor (8 ila 12 dakika) [3, 4, 8] ve genellikle 3T için öneriliyor. Bu nedenle, zaman açısından bu yöntem bizim çalışmamıza uygun değildi. Bizim yapımızda, 3T ancak Eylül 2019'da, esasen nörolojik, abdominal ve pelvik görüntülemeye yönelik bir MAGNETOM Lumina sisteminin gelişiyle birlikte hizmete girdi. Yakın zamanda genel olarak 3D tekniklerinde meydana gelen iyileşmeler ve özellikle CAIPIRINHA algoritmasının sağladığı faydalar, Dot Cockpit'te yer alan sistematik tetkik protokolüyle birlikte, 3T MRG'yi bilhassa verimli ve etkili hale getiriyor.

## Brakiyal pleksus tetkik protokolü

### Ekipman

Her bir aşama için tarif edilen stratejiler, her bir cihazın teknik kısıtlamaları hesaba katılarak 6 adet 1.5T MRG tarayıcımızda ve 3T MRG tarayıcımızda uygulandı ve reproduksiyonu yapıldı.

Siemens Healthineers coil'lerinin ergonomik yapısı, her bir faaliyet noktamızda bir araya toplanabilmeleri, Dot Cockpit (*syngo* MR E11A, E11C, XA11) ile donatılmış benzer arayüzleri, MRG'lerin kapsama alanının tamamını kapsayan iki adet *syngo.via* sunucu ve üç coğrafi bölge sayesinde yüksek bir kesinlik düzeyi sağlanabiliyor.

- Coil tercihi: Baş/Boyun 20kanal/16kanal + Body 18kanal/12kanal + Omurga 24kanal/32kanal
- Sadece 3D sekanslarda araştırma: SPACE, FLASH ve Dixon VIBE teknikleri
- Çekim konsollarına özel bir Dot iş akışı oluşturulması
- *syngo.via*'da özel bir iş akışının oluşturulması

3 adet MAGNETOM Aera sistemimiz GRAPPA kullanıyor. Bütün diğer MRG'ler için, her 3D SPACE sekansında CAIPIRINHA tekniğini kolaylıkla kullanabildik.

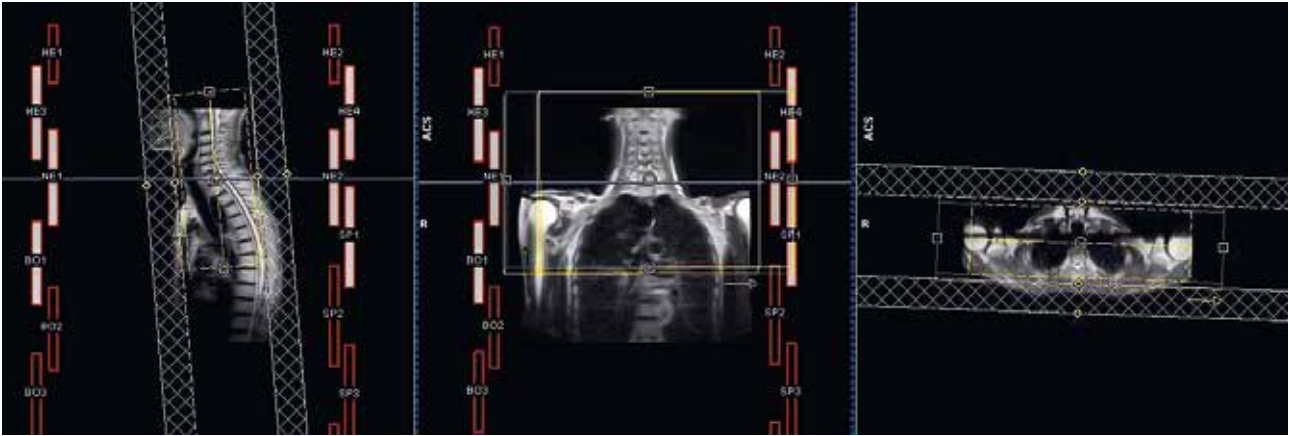
### Hastanın konumlandırılması

Hasta, kolları iki yanında olacak şekilde süpin pozisyonda konumlandırılıyor. Baş/boyun coil'inin anterior ögesi, tanı kalitesinden taviz verilmeksizin çıkarılabiliyor. Vücut coil'i baş/boyun coil'inin NE1 ögesine bitişik şekilde yerleştiriliyor.

Sol servikal omurlardan başlayan ve kollara doğru bir yol izleyen brakiyal pleksus patolojilerinde, masanın otomatik hareketiyle (*syngo* MR E11 yazılımı için) veya "Select&GO" (*syngo* XA yazılımı için) ile servikal merkezleme uygulanıyor.

Rutin olarak aktif coil'lerin üç anterior ve üç posterior ögesini kullanıyoruz; bu, CAIPIRINHA (çekim alanındaki ögelerin yüksek yoğunluğu) için ideal.

İlk olarak, normal şartlar altında, hastadan, kullanıcıdan ya da kullanılan sistemden bağımsız olarak yeniden üretilebilir görüntüler oluşturmak için 300 mm'lik FOV, Phase FOV %125, 1 mm kalınlıkta 120 kesit ile karşılaştırmalı bilateral anatomik kapsama ve %20 aşama yüksek hızda örnekleme (oversampling) kullanıyoruz.



2 Anatomik konumlandırma, aktif coil'ler, ilgili öğeler

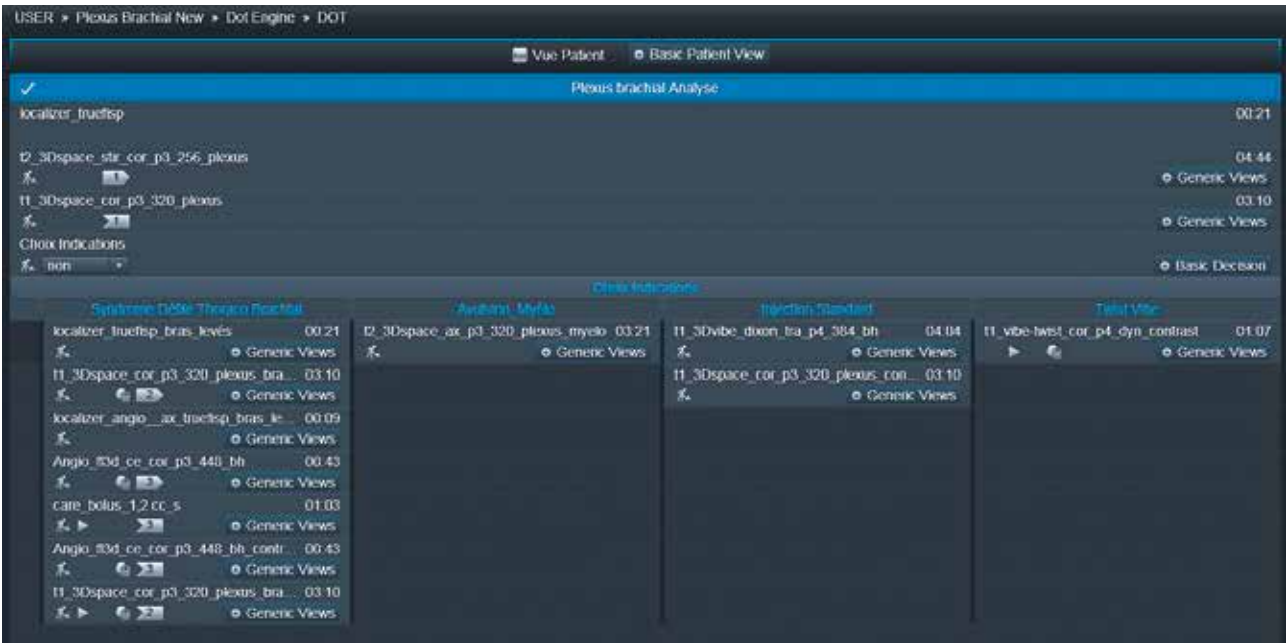
### Çekim

#### 1. Dot Cockpit: Brakiyal Pleksus analizi için Dot iş akışı oluşturma

Dot Cockpit, teknolojisti desteklemek üzere farklı iş akışları kurulmasını sağlıyor ve bu tetkik tipini stratejiler, alternatifler ve gerçek zamanlı hatırlatıcılar için jenerik görünümle desteklemek açısından temel bir rol oynuyor. 2014'ten bu yana (syngo MR E11), bu araç çalışmalara ölçülebilir bir değer katıyor. Kurumumuzdaki Brakiyal Pleksus Dot'ta, bu anatomi için bütün tıbbi endikasyonları kapsayan dört klinik karar noktasına yönelik tek bir strateji bulunuyor (bkz. Şekil 3).

- Hastanın kaydı yapılırken, RIS Xplore'umuz (EDL, La Seyne Sur Mer, Fransa) bir tetkik etiketi tanımlıyor: "Brakiyal Pleksus."

Siemens Healthineers'ın bütün MRG sistemleri bu etiketi tanıyor ve ilgili Dot Motoru'nun seçimini otomatik olarak yapıyor. Bu nedenle başlangıç protokolü her zaman aynı oluyor; seçim yapmakla vakit kaybediliyor ve uygun olmayan bir protokol seçme ihtimali azalıyor.



3 Brakiyal Pleksus Dot

- Teknolojistler açısından, 3D sekansın anatomik konumlandırması, bu karmaşık anatomik bölge için istenen çoklu-2D serinin alternatif konumlandırmasından daha kolay oluyor.

Dot Cockpit'te devrede olan bütün kopya referansları ve otomatik çıkarmalar sayesinde tıklama sayısı kayda değer ölçüde azalıyor.

Radyoloğa ya da endikasyona bağlı olarak, teknolojinin dahili olarak onaylanmış plana uyması yeterli oluyor: Bu, tıbbi endikasyonla bağlantılı klinik karar noktaları olarak tanımlanan dört alternatifli tek bir stratejidir.

## 2. Sekans seçimi

### 3D SPACE TSE tekniği

3D SPACE TSE tekniği en sağlam ve yeniden üretilebilir teknik [7] olduğu için vazgeçilmez konumda bulunuyor. Sağladığı başlıca avantajlar:

- İnce kesit düzlemleri, bir kütle içinde lezyonların yerini tespit etme ya da sinir yollarını izleme imkânı;
- T2 veya T1 ağırlıklandırma seçeneği;
- Homojen yağ supresyonu için inversiyon telafisi (IR);
- Görüntü oluşturmayı hızlandıran algoritmalar (GRAPPA ve özellikle de CAIPIRINHA);
- Harekete çok duyarlı olmaması, yani çekimin serbest solunumla yapılabilmesi;
- Akış artefaktı olmaması; arterler hipointans sinyal (siyah damarlar) olarak görünüyor;
- Geniş bir anatomik kapsam imkânı.

Biz bu tekniği STIR, T1 ve T2 ağırlıklandırma ile birlikte kullanıyoruz.

### Koronal 3D SPACE STIR

Yağ supresyonlu T2 ağırlıklandırmada sinir kökleri hiperintans görünür. 3D STIR sekansı, brakiyal pleksusun görüntülenmesinde yaygın olarak öneriliyor. Bununla birlikte, çekim süreleri genellikle çok uzun oluyor (8 ila 10 dakika) [3, 4, 6, 8]. 1.5T tarayıcıdaki optimize MR görüntüleme protokollerimiz Şekil 4'te gösteriliyor. Bu protokoller çekim süresi sekansını 5 dakikanın altında tutarken optimum kaliteyi elde edecek şekilde tanımlandı.

CAIPIRINHA'nın sağladığı faydalar sayesinde, zaman bakımından taviz vermeden daha kaliteli parametreler uygulamamız, hatta aslında hasta konforunu artırmak ve muayene sırasında hareketi sınırlandırmak için çekim süresini kısaltmamız mümkün oldu.

Dolayısıyla radyologlarımız 3D STIR sekansını güvenilir şekilde kullanmaya başladı. Bu sekans bu anatomide gerçekleştirdiğimiz muayeneleri iyileştirmek amacıyla MRG sistemi filusunun tamamına da yayıldı (bkz. Şekil 5).

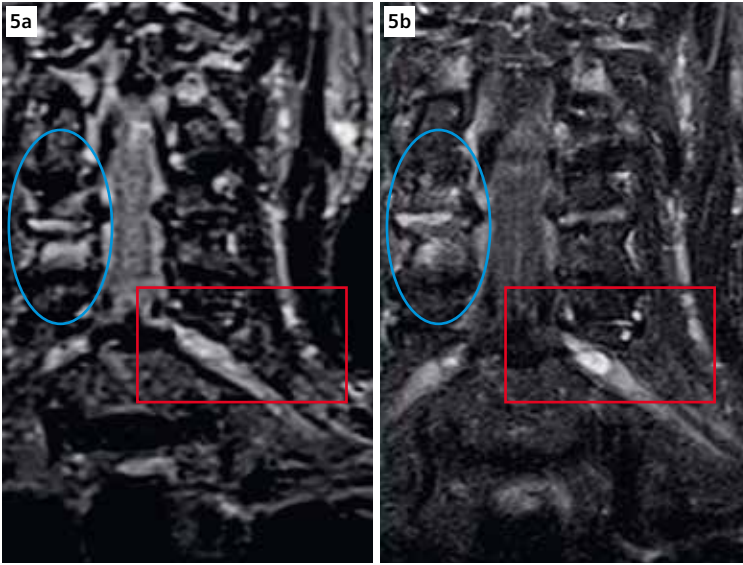
Bir sonraki adım, hiperintans sinyal biçiminde görünen ve kimi zaman radyoloğun analizini etkileyebilen, çevre venöz akışların bazılarını baskılamak üzerine çalışmak. "Siyah kan" gradyanlarının uygulanması ilginç bir seçenek [5]. Akışlar bütünüyle baskılanmıyor ve bütün dokuların sinyalleri biraz düz görünüyor ama köklerin birbirinden ayırt edilmesinde sorun yaşanmıyor (bkz. Şekil 6A–C).

Bunun dışında, tatmin edici bir sonuç elde etmeyi mümkün kılan basit bir teknik var: gadolinyum enjeksiyonu [6]. Brakiyal pleksusta yapılacak bir tetkikte kontrast madde enjeksiyonu olması gerekiyorsa, kontrast sonrası 3D SPACE STIR sekansını kullanıyoruz. Aslında, gadolinyum kontrast madde

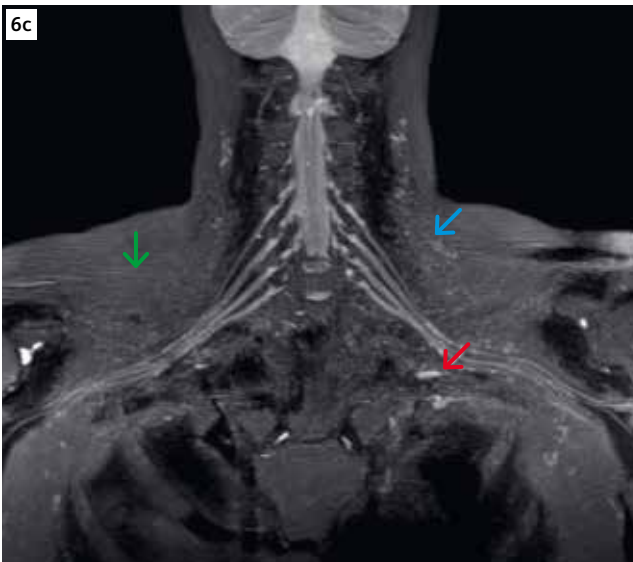
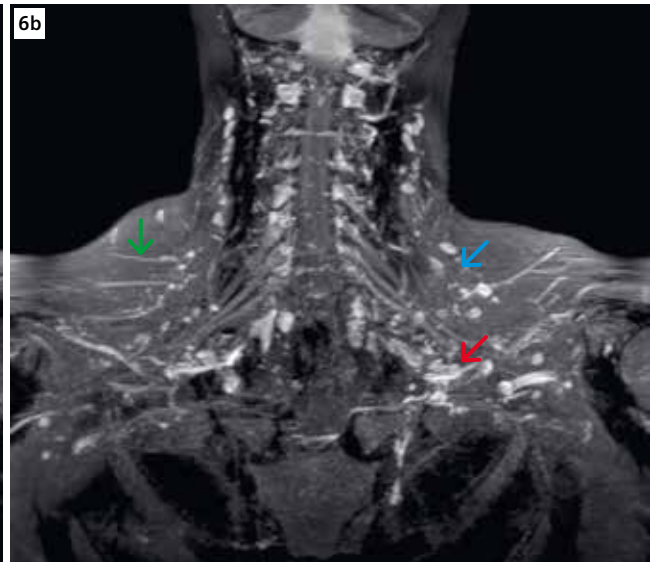
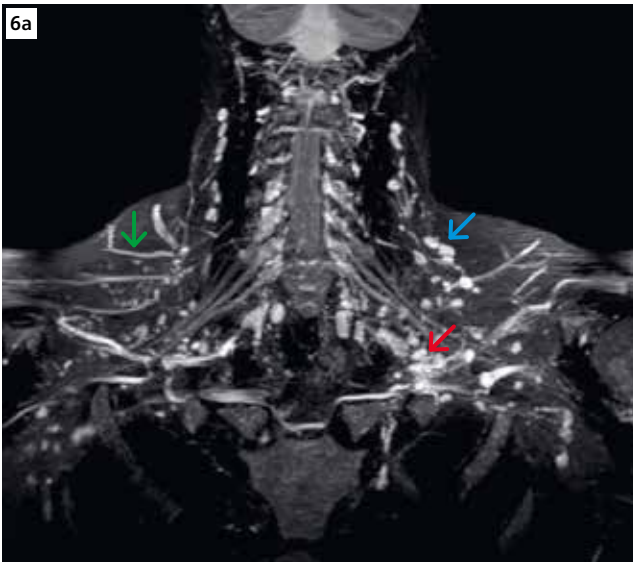
Fransa'daki GIE IRM74'te 1.5T ve 3T MRG tetkikleri için karşılaştırmalı 3D SPACE STIR parametreleri

MR sistemi	MAGNETOM Aera Tim4G 1.5T	MAGNETOM Altea BioMatrix 1.5T	MAGNETOM Avanto Fit Tim4G 1.5T	MAGNETOM Amira BioMatrix 1.5T	MAGNETOM Lumina BioMatrix 3T
Algoritma	<b>GRAPPA pat3</b>	CAIPIRINHA pat4	CAIPIRINHA pat4	CAIPIRINHA pat4	CAIPIRINHA pat4
Süre	4 dk 44 sn	<b>3 dk</b>	<b>4 dk 2 sn</b>	<b>3 dk</b>	4 dk 33 sn
Matris	320 x 256	320 x 256	<b>408 x 384</b>	320 x 256	<b>448 x 437</b>
TR (ms)	2000	2000	<b>3500</b>	2000	<b>3000</b>
TE (ms)	252	252	259	252	332

Şekil 4: Tesisimizde kullanılan 3D SPACE STIR parametrelerinin tablosu. GRAPPA'lı MAGNETOM Aera 1.5T'de ilk evre sekanslarına kıyasla yükselme gösteren parametreler koyu renk gösterilmiştir.



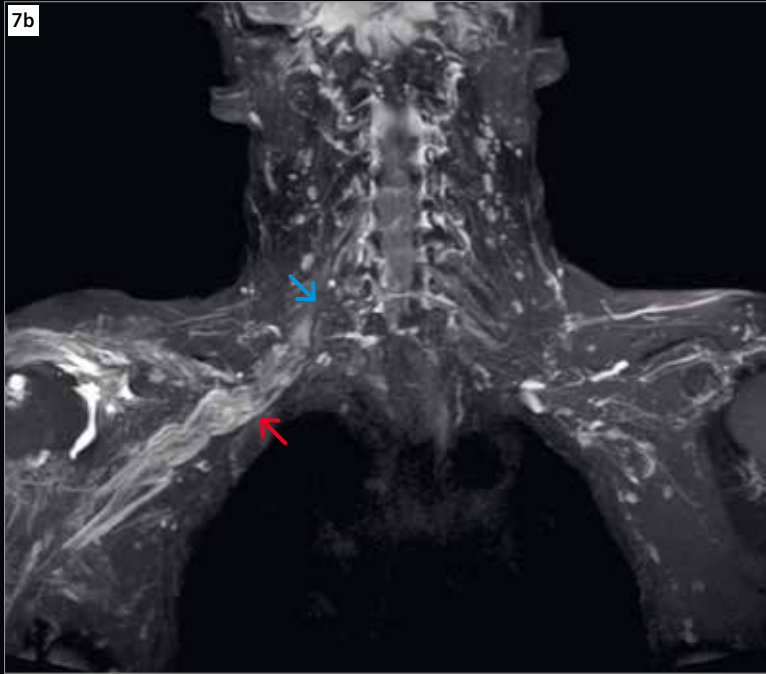
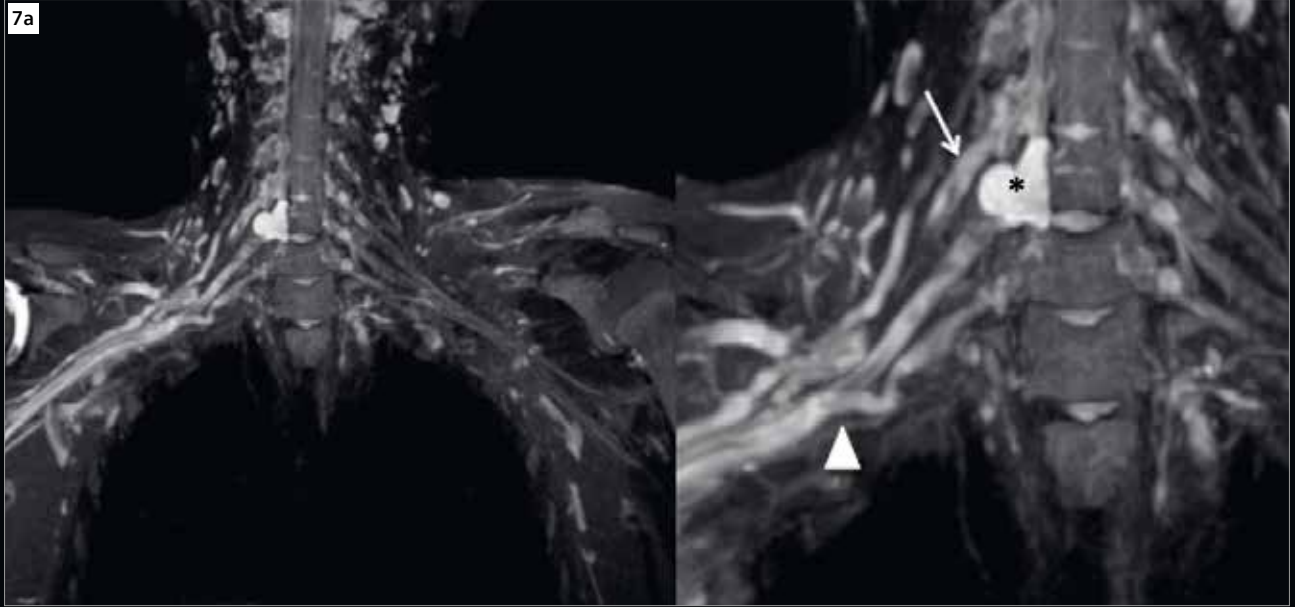
- 5** Aynı hastaya ait koronal 3D SPACE STIR, GRAPPA 3 4 dk 44 sn'de 256 matris (5A) ile koronal 3D SPACE STIR, CAIPI 4, 4 dk 4 sn'de 384 matrisin (5B) karşılaştırılması. Osseöz hiperintens sinyal (mavi yuvarlak), kökten çıkan foramen (kırmızı dikdörtgen). Görüntüler MAGNETOM Avanto Fit 1.5T sistemi kullanılarak Tim4G ile elde edildi.



- 6** Aynı hastada gerçekleştirilen, çevre vasküler sinyallerin süpresyonunu (renkli oklar) hedefleyen 3D STIR SPACE. Avanto Fit 1.5T sistemi, Tim4G.  
 (6a) 3D CAIPIRINHA SPACE STIR standart: Hiperintens sinyalli T2-ağırlıklı seride pleksus ve çevre damarlar etkili bir şekilde analiz edildi.  
 (6b) "Siyah kan" gradyanları uygulanmış 3D CAIPIRINHA SPACE STIR: Pleksusu oluşturan sinir köklerinin analizi tatmin edici; T2-ağırlıklı serideki damarlar zayıf. Bütün dokulardan gelen sinyaller, sinir kökleri için herhangi bir kalite kaybı olmaksızın düzleşti.  
 (6c) Kontrast madde enjeksiyonunun ardından 3D CAIPIRINHA SPACE STIR. Çevre damarların neredeyse tam süpresyonu. Sinir kökleri çok iyi ayırt edilmiş görünüyor.



## Brakiyal pleksusun patolojilerine ilişkin çeşitli olgular – koronal 3D SPACE STIR sekansları



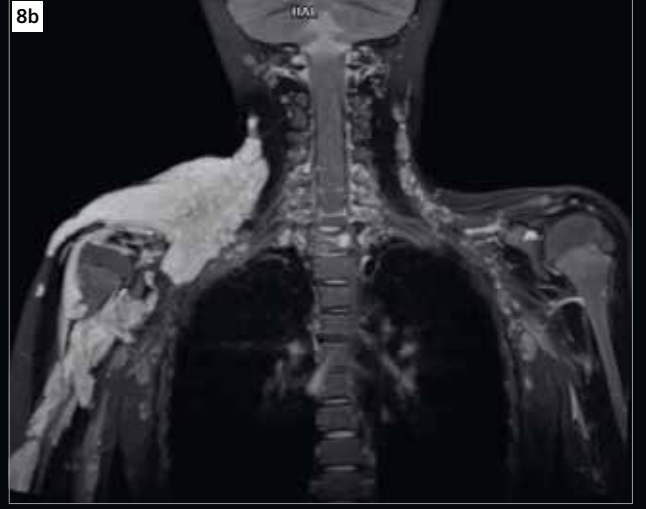
### 7 Travma

(7a) İki ay önce yaşanmış travma sonucunda C5–C6 bölgelerinde ve sağ C7’de defisitli 17 yaşında hasta. 3D STIR SPACE koronal sekanslar. Sonuçlar: C6 kökünde sağda (ok) T2 hiperintens sinyalde kalınlaşma. C7 kökünde sağda psödomeningoselli (yıldız) radiküler avülsiyon. C8 kökünde sağda interskalen üçgende (ok ucu) T2 hiperintens sinyal.

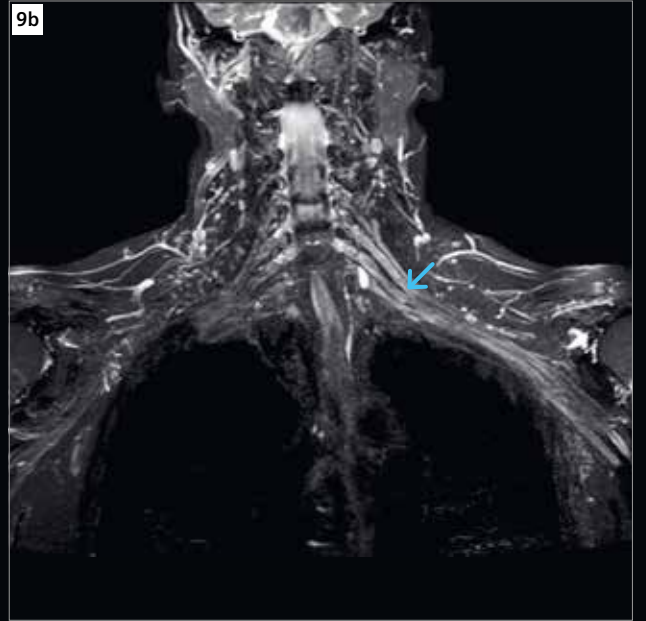
MAGNETOM Aera 1.5T sistemi, Tim4G.

(7b) Travma öyküsü olan 53 yaşında hastanın tedavi öncesi değerlendirmesi. 3D STIR SPACE koronal sekans, kalın MIP.

Sonuçlar: Sağ brakiyal pleksusun C6, C7 ve C8 kökleri (mavi ok) görüntülenemedi. Bu da pleksus köklerinde, servikal başlangıç noktalarının 4 cm uzağında distal retraksiyonlu (kırmızı ok) servikal lezyonu akla getirdi. Pleksus gövdelerinin ve akış yönündeki fasiküllerin Walleryan dejenerasyonundan gelen ödem. Supraspinatus, infraspinatus, küçük sirküler, büyük sirküler, subskapularis, deltoid ve longissimus kaslarının denervasyonundan kaynaklanan ödem.



**8 Tumor**  
 (8a) Kalın MPR. Sağ brakiyal pleksusa temas eden nörofibromun (mavi ok) haritalandırılması.  
 (8b) Kalın MIP. Yavaş akışlı vasküler malformasyon.



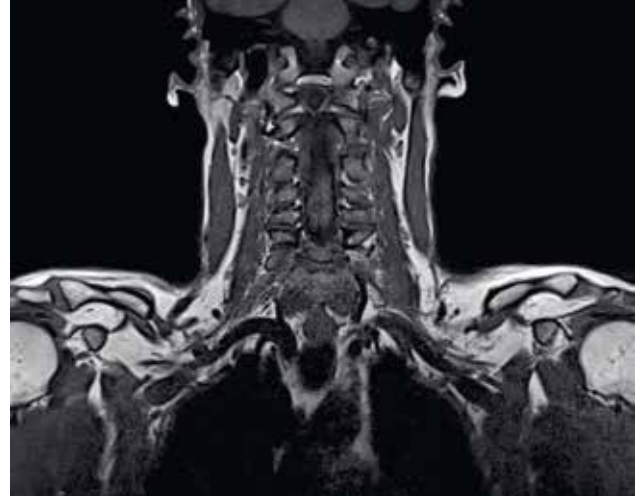
**9 Enflamasyon**  
 Sol üst ekstremitede duyarlılık kayıplı meme kanseri dolayısıyla, radyoterapi bağlamında izlenen 55 yaşında hasta. Pleksit şüphesi.  
 Sonuç: Sol kökte (ok) pleksit.

enjeksiyonunun ardından, çevreleyen damarların T1 gevşeme süresi, yağlı dokuların T1 gevşeme süresine benzer hale geliyor; dolayısıyla damar sinyali düzleşiyor [6].

### Koronal T1a 3D SPACE

Anatomik raporların 3D analizi, sinir kalibresinin analizi, mükemmel kas/yağ/kemik/sinir/siyah damar kontrastı ve yüksek sinyal rezervi kapasitesi de dâhil olmak üzere, mükemmel bir anatomik ve morfolojik analize olanak verdiği için bu sekansı tercih ediyoruz (Şekil 10).

CAIPIRINHA'nın faydaları sayesinde T1a 3D SPACE tekniği; çekim hızı, görüntü kalitesi ve kollar havadayken (ileride anlatılacağı üzere, bu pozisyon torakobrakiyal çıkış sendromu için endikedir) hasta konforunda sağladığı artış dolayısıyla temel bir sekans haline geliyor.



10 Brakiyal plexusta merkezlenmiş T1a SPACE.

Fransa'daki GIE IRM74'te 1.5T ve 3T MRG tetkikleri için karşılaştırmalı T1a 3D SPACE parametreleri

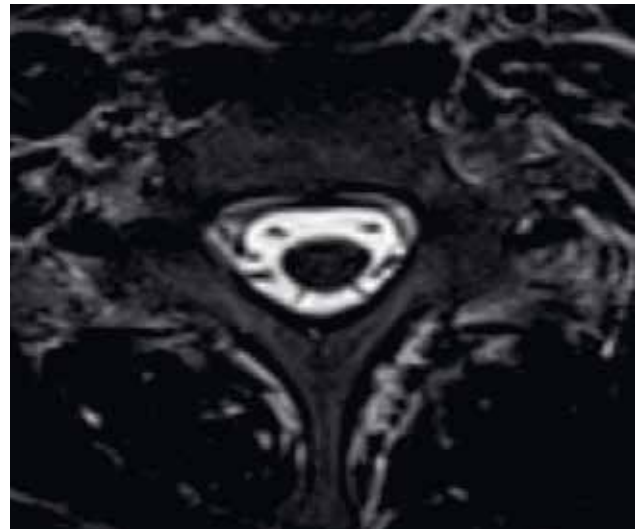
MR sistemi	MAGNETOM Aera Tim4G 1.5T	MAGNETOM Altea BioMatrix 1.5T	MAGNETOM Avanto Fit Tim4G 1.5T	MAGNETOM Amira BioMatrix 1.5T	MAGNETOM Lumina BioMatrix 3T
Algoritma	GRAPPA pat3	CAIPIRINHA pat4	CAIPIRINHA pat4	CAIPIRINHA pat4	CAIPIRINHA pat4
Süre	3 dk 10 sn	2 dk 33 sn	2 dk 37 sn	2 dk 33 sn	2 dk 42 sn
Matris	360 x 320	360 x 320	476 x 448	360 x 320	389 x 448
TR (ms)	470	600	500	600	600
TE (ms)	23	15	15	15	23

Şekil 11: T1a 3D SPACE parametrelerini gösteren tablo.

Bu sekansı CAIPIRINHA algoritması bulunan MRG sistemlerinde 2 dakika 30 saniye süreyle uyguluyoruz (bkz. Şekil 11'deki tablo).

### Aksiyal T2a 3D SPACE

Psödomeningoselli avülsiyon endikasyonlarında, T2a 3D SPACE çok faydalı oluyor (Şekil 12). Özellikle travmatik patolojide intradural kök segmentlerini göstererek kök avülsiyonlarını görselleştiren bir miyelografik analiz yapılmasını mümkün kılıyor. Her zaman T2 ağırlıklılandırılmalı temel 3D TSE SPACE'i esas alan bu sekans iyi bir su (serebrospinal sıvı)/sinir kontrastı ve her düzlemde rekonstrüksiyon olanağı ile submilimetrik kesitler sağlıyor [10].



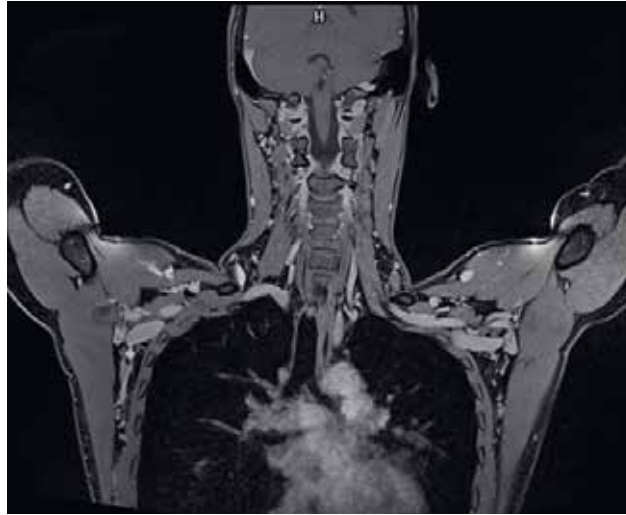
12 Miyelografik analiz için aksiyal T2a 3D SPACE.



**Kontrastlı görüntüleme: T1a SPACE veya Dixon VIBE** Brakiyal pleksusta kontrastlı MRG için endikasyonlar enflamasyon, tümör veya arter anjiyografisidir (bkz. torakobrakial çıkış sendromu).

Bizim kontrast sonrası görüntüleme için iki farklı tercihimiz bulunuyor: Bu anatomide yağ satürasyonunun daha iyi yönetilmesi için otomatik çıkarılmalı koronal T1a 3D SPACE veya T1a 3D Dixon VIBE (Şek. 13). Bu bölgede bir yağ satürasyon tekniği kullanılmaktan kaçınılması öneriliyor.

B0 inhomojeniteleri özel bir shim (Standart Boyun) kullanılmasına rağmen fazlaca kayda değer oluyor.



**13** Kontrast sonrası koronal 3D Dixon VIBE.

### 3. Torakobrakial çıkış sendromu

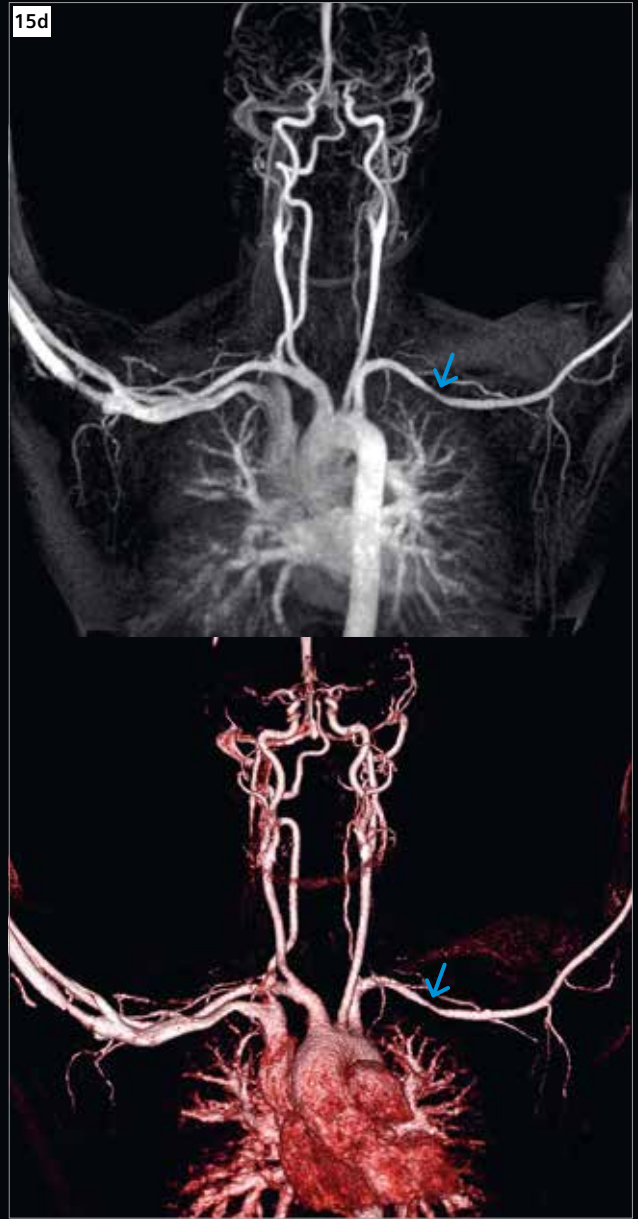
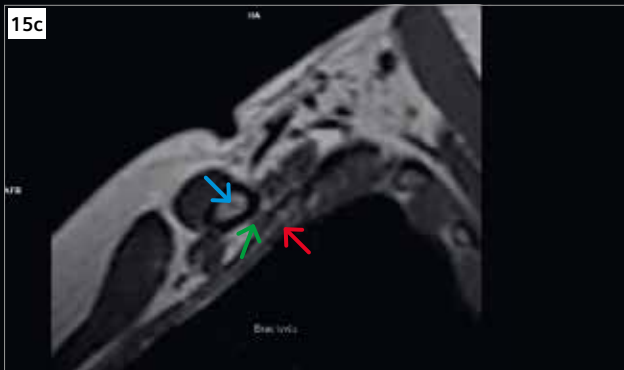
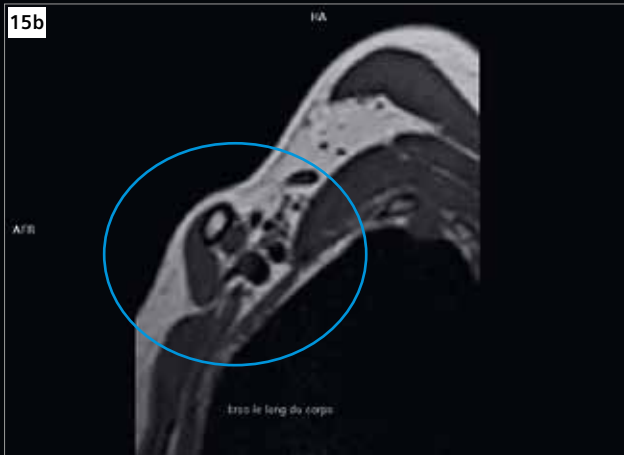
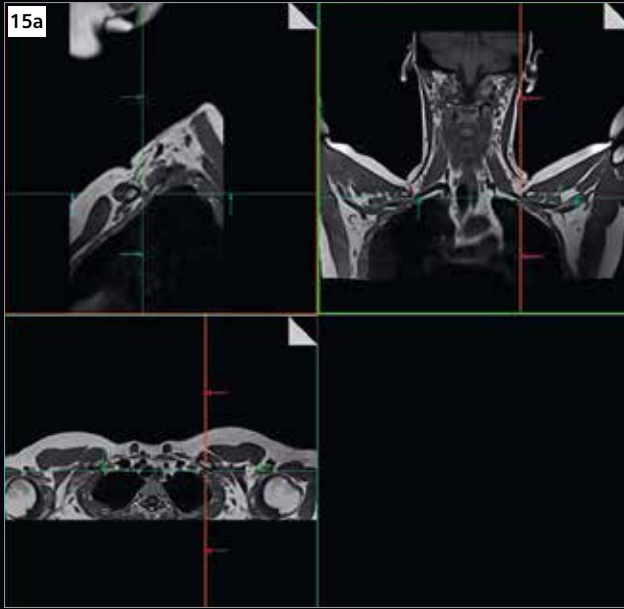
Amaçlardan biri, brakiyal pleksusu T1a 3D SPACE ile ilişkilendirilen 3D SPACE STIR'e göre analiz etmek; ama aynı zamanda dinamik "kollar havada" pozisyonunda kostoklaviküler boşluktaki ve ilişkili nörovasküler kompresyonlardaki azalmayı kıyaslamak da hedefleniyor. Geçmişteki çoğu araştırma bu endikasyon için SAG T1a TSE kullanılarak gerçekleştirildi [10]. Artık hareketler ve farklı akışlar bakımından çok daha sağlam olan ve bu sayede her düzlemde analize olanak sağlayan T1a 3D SPACE sekansımız var (Şekil 15A–C). "Kollar havada" pozisyonundayken subklaviyen arterin kalibresini değerlendirmek için bu sekansı sistematik bir 3D FLASH arteriyel anjiyografi serisi ile tamamlıyoruz (bkz. Şekil 14 ve 15D).

## Brakiyal pleksusun patolojileri üzerine çeşitli olgular– koronal T1a 3D



**14** Olgu 1: Sol torakobrakial çıkış sendromu şikayeti ile gelen 28 yaşında hasta. Koronal FLASH 3D anjiyo MIP, kollar havadayken.

Sonuçlar: Sol kostoklaviküler pinching seviyesinde akış kaybı. Stenoz MRG taramasına göre %90'da değerlendirildi.



- 15** Olgu 2: Sol torakobrakiyal çıkış sendromu şikayeti ile gelen, plexus dâhlinden şüphelenilen 49 yaşında hasta. (15a) Kollar havada gerçekleştirilen koronal T1a 3D SPACE, sol subklavyen arter düzeyinde 3 düzlemde görüntüleme yaptı. (15b) Sajital düzlemde kollar vücudun yanındayken analiz edilen alan (mavi yuvarlak). (15c) Kollar havadayken sağıtal düzlemde görüntüleme. Sol subklavyen arterin kompresyonunun gözlemi (yeşil ok), klavikula (mavi ok) ile kaburga (kırmızı ok) arasında. (15d) Koronal FLASH 3D Angio MIP (üst) ve VRT (alt).

Sonuçlar: Sol subklavyen arterin kalibresinde (mavi ok) asimetri, kostoklaviküler pinching düzeyinde. Kollar havadayken, stenoz MRG taramasına göre %60'ta değerlendirildi.

### syngo.via ile postprocessing

3D çekimin sunduğu faydalar, teknolojistlerin işini anatomik konumlandırma açısından kolaylaştırırken radyologların yorumlaması için de daha kapsamlı bir görüntü volümü üretiyor. Ayrıca, analiz edilmek üzere birkaç farklı görüntü volümü bulunuyor. 3D brakial pleksus analizi için özel bir akış geliştirdik. Aksi talep edilmedikçe, 3D STIR'ler 3mm kalınlıkta MIP'lerde görüntüleniyor. Bu akış üç ana analiz adımından oluşuyor:

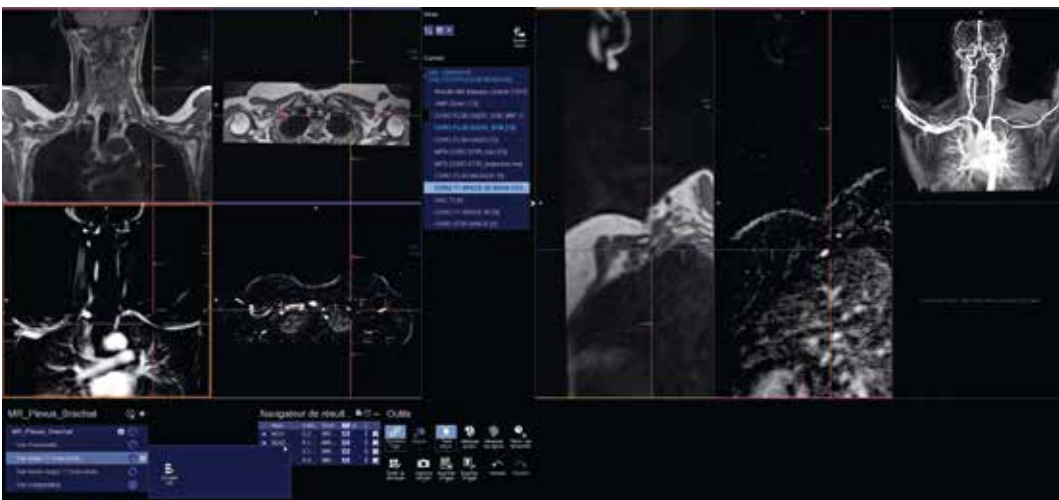
- **1 morfolojik adım** (bkz. Şekil 16): 3D STIR'ün AX, COR ve SAG karşılaştırmalı düzlemlerinde 3D T1 ile karşılaştırmalı senkronize görüntülemesi. STIR – T1 – T1 kollar havada.
- **1 anjiyografi adımı** (bkz. Şekil 17): Kollar havadayken gerçekleştirilmiş anjiyonun yine kollar havadayken gerçekleştirilmiş T1a morfolojik çekim ile MIP'de karşılaştırmalı görüntülemesi.

- **1 füzyon anjiyo adımı** (bkz. Şekil 18–20): FLASH 3D anjiyografi görüntüleme gadolinyumla morfolojik T1a 3D SPACE'in üzerine bindiriliyor. Anjiyografik görüntü otomatik olarak bir "sıcak vücut" ölçeği taramalı tabloyla ilişkilendiriliyor (LUT). He-kim tarafından yapılan pencere ayarı T1 morfolojik analizi veya enjeksiyon sonrası anjiyografiyi mümkün kılıyor. Bu görüntü füzyonu, hastanın statik anatomisi ile söz konusu damarın dinamik anjiyografik analizi arasındaki korelasyon açısından faydalı oluyor.

Bu syngo.via iş akışının Dot çekimi ile bağlantılı şekilde konfigüre edilmesi sayesinde, radyolog dikkatini doğrudan ve otomatik olarak görüntü volümleri üzerinde yoğunlaştırabiliyor. Farklı şekilde konfigüre edilmiş senkronizasyonlar, tıbbi uzmanlığın evrimi bakımından çok elverişli oluyor (navigasyon, pencereleme, yakınlaştırma, görüntüleme tipi, kesit kalınlığı). İşlemler çok basitleşiyor ve tıbbi girdi artıyor.

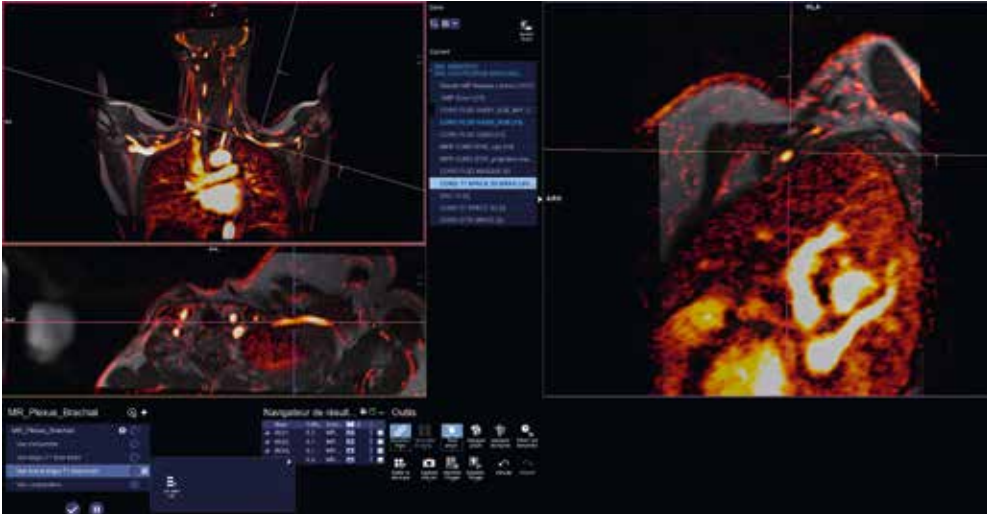


**16** Senkronize 3D morfolojik syngo.via analizinde ilk adım.

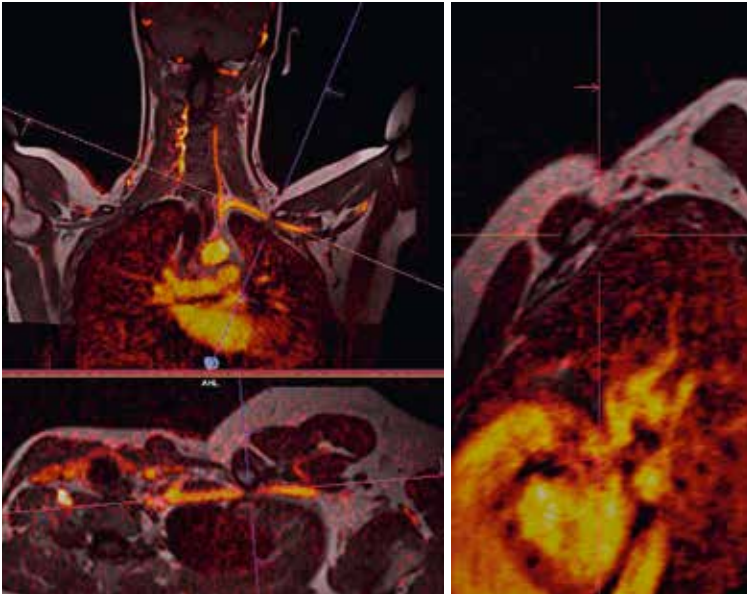


**17** Karşılaştırmalı anjiyografi syngo.via analizinde ikinci adım, kollar havada.

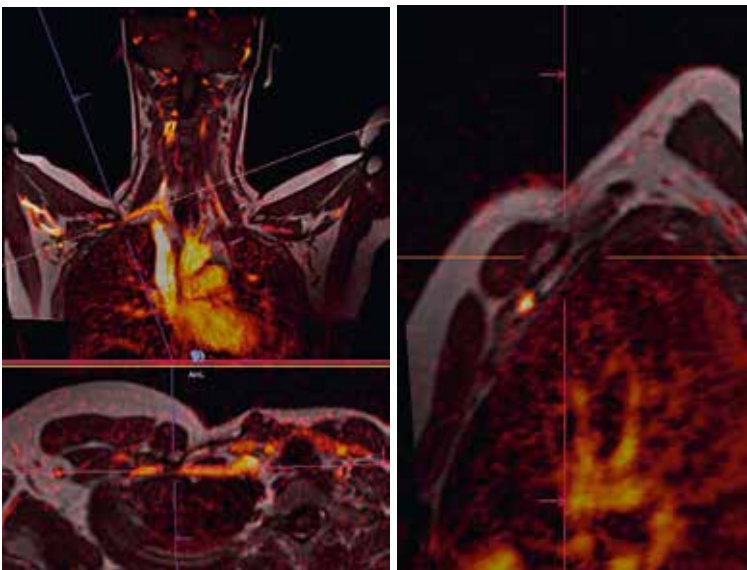




**18** "Sıcak vücut" T1a 3D SPACE and Angio FLASH 3D füzyon penceresi syngo.via analizinde üçüncü adım.



**19** Kompresif patoloji: Kontrastlı anjiyo FLASH 3D "sıcak vücut" penceresinin ve kollar havadayken alınan T1a 3D SPACE görüntülerinin füzyonu, sol subklaviyen arterin kompresyon bölgesini merkez alıyor.



**20** Başka bir hastada kompresif patoloji: Kontrastlı anjiyo 3D FLASH "sıcak vücut" penceresi ile T1a 3D SPACE görüntülerinin füzyonu, sağ subklaviyen arterin kompresyon bölgesini merkez alıyor.

## Sonuç

Beş yıl içinde, brakiyal pleksus muayenelerimizde tanı isabetliliğimizi büyük oranda artırdık. Siemens Healthineers'ın yeni araçları (Dot Cockpit, *syngo.via* VB30, CAIPIRINHA algoritması ve yeni XA arayüzleri) sayesinde, şunları yapmamız mümkün oldu:

- hastalarımıza verdiğimiz hizmeti optimize etmek ve MRG tarayıcıda geçirdikleri süreyi azaltmak;
- bu anatomiye ilişkin endikasyonların %100'ünü kapsayan bir protokolü sistemleştirmek;
- bu karmaşık uygulamayı basitleştirerek teknoloji uzmanlarının stresini azaltmak;
- maksimum sayıda *syngo.via* post-processing aracını daha büyük görüntü hacimleri için optimize edip otomatik hale getirerek radyoloğun analizini iyileştirmek.

Brakiyal pleksus görüntülemesi ve özellikle de Compressed Sensing (CS SPACE) alanında gelecekteki gelişmelerden çok şey bekliyoruz. Eylül 2019'dan bu yana MAGNETOM Lumina 70 cm Bio-Matrix 3T MRG tarayıcımız bu araştırmayı daha da ilerletmek için ideal bir araç oldu. ●

## Teşekkür

GIE IRM74 ekibi ve Siemens Avrupa/Fransa olarak GIE IRM74'ün müdürü Marie-Françoise Favre-Felix'e 27 yıllık MRG yönetimi çalışması için teşekkür etmek istiyoruz. Marie-Françoise, farklı nesillerden 15 Siemens Healthineers MRG sistemiyle çalışarak tıbbi görüntüleme araçlarının performansına ve geliştirilmesine muazzam bir katkı sağladı. Bağlılığı için teşekkür ediyor, mutlu bir emeklilik diliyoruz!

## Referanslar

- 1 Thouilleux C et al. Haute-Savoie: la plus forte croissance démographique de métropole. INSEE FLASH AUVERGNE-RHÔNE-ALPES. January 2019: 53.
- 2 Internal statistical data, GIE IRM74, Annecy, FRANCE
- 3 Viallon M et al. High-resolution and functional magnetic resonance imaging of the brachial plexus using an isotropic 3D T2 STIR (Short Term Inversion Recovery) SPACE sequence and diffusion tensor imaging. Eur Radiol. 2008 May;18(5):1018-23. doi: 10.1007/s00330-007-0834-4. Epub 2008 Jan 8.
- 4 Vargas MI et al. New approaches in imaging of the brachial plexus. Eur J Radiol. 2010 May;74(2):403-10. doi: 10.1016/j.ejrad.2010.01.024. Epub 2010 Mar 12.
- 5 Klupp E et al. Improved Brachial Plexus Visualization Using an Adiabatic IMSDE-Prepared STIR 3D TSE. Clin Neuroradiol. 2018 Jul 23. doi: 10.1007/s00062-018-0706-0. [Epub ahead of print]
- 6 Chen WC et al. Value of Enhancement Technique in 3D-T2-STIR Images of the Brachial Plexus. J Comput Assist Tomogr. 2014 May-Jun;38(3):335-9. doi: 10.1097/RCT.0000000000000061.
- 7 Mugler JP. Optimized Three-Dimensional Fast-Spin-Echo MRI. J Magn Reson Imaging. 2014 Apr;39(4):745-67. doi: 10.1002/jmri.24542. Epub 2014 Jan 8.
- 8 Singer AD et al. The Multidisciplinary Approach to the Diagnosis and Management of Nonobstetric Traumatic Brachial Plexus Injuries. Neuroradiology/Head and Neck Imaging. AJR Am J Roentgenol. 2018 Dec;211(6):1319-1331. doi: 10.2214/AJR.18.19887. Epub 2018 Sep 24. <https://www.plexusbrachial.com/>
- 9 Petit-Lacour MC et al. MRI of the brachial plexus. J Neuroradiol. 2004; 31(3): 198-206.

## İletişim

Adrien Jaccoud  
Tıbbi Elektroradyoloji Teknisyeni,  
kurumun farklı noktalarında görev yapıyor  
GIE IRM74  
18 Rue de la Césièrè  
74000 Annecy, Fransa  
a.jaccoud@irm74.org

Dr. Pierre Pottecher, Radyolog,  
Groupe IMARA, Annecy Clinique  
Générale  
GIE IRM74  
18 Rue de la Césièrè  
74000 Annecy  
Fransa  
pierre.pottecher@gmail.com



Marie-Françoise  
Favre-Felix



Jean-Luc Montazel



Alexandre Lesage