

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

İntratekal Gadolinyumlu Manyetik Rezonans Myelografide THRIVE Sekansının Katkısı

Rifat ÖZPAR¹, Ömer Fatih NAS¹, Mehmet Fatih İNECİKLİ¹, Gökhan ÖNGEN¹,
Emel OĞUZ-AKARSU², Bahattin HAKYEMEZ¹

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

² Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı, Bursa.

ÖZET

İntratekal Gadolinyumlu Manyetik Rezonans Myelografi (İG-MRM) spontan intrakraniyal hipotansiyonun (SİH) etyolojisini araştırmak için yapılan bir inceleme yöntemidir. İncelemede genellikle yağ baskılı 2 boyutlu T1A turbo spin eko (2B-T1A TSE) sekansı tercih edilmektedir. "T1-weighted high-resolution isotropic volume examination" (THRIVE) sekansı; yüksek çözünürlüklü yağ baskılı T1 görüntüleme imkanı sunan, yeni nesil 3 boyutlu gradient eko (GRE) görüntüleme tekniğidir. Bu çalışmada; THRIVE sekansının intrakraniyal hipotansiyon ile ilişkili İG-MRM bulgularını saptamadaki tanınma başarısını 2B-T1A TSE ile karşılaştırarak değerlendirmeyi amaçladık. Mart 2018 – Kasım 2019 tarihleri arasında klinik ve radyolojik bulgularına göre SİH tanısı konan ve İG-MRM yapılan 16 hasta dahil edildi. 2B-T1A TSE ve THRIVE sekansları; servikal, torakal ve lomber düzeydeki beyin omurilik sıvısı (BOS) opasifikasyon düzeyleri, tekniklerin her birinde saptanan epidural BOS kolleksiyonu, dural defekt ve meningeal divertikül bulgularının sayısı açısından karşılaştırıldı. Servikal ve torakal düzeyde THRIVE sekansındaki BOS opasifikasyon düzeyi 2B-T1A TSE'ye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). THRIVE sekansında 2B-T1A TSE'ye göre anlamlı ölçüde daha çok sayıda dural defekt ($33 - 15, p=0,001$) ve meningeal divertikül ($20 - 4, p=0,027$) saptandı. Lomber düzeydeki opasifikasyon ve saptanan epidural BOS kolleksiyon sayısı yönünden her iki tetkik arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). SİH olgularının İG-MRM'sinde THRIVE sekansının kullanımı ile küçük dural defektler ve meningeal divertiküller rutin sekanslara göre daha kolay saptanabilir. Ancak sekansın gradient eko tabanlı olması nedeni ile özellikle servikal ve torakal düzeyde BOS alanları yeterince opasifiye olmayabilir.

Anahtar Kelimeler: Gadolinyum. Mr myelografi. Thrive. İntrakraniyal hipotansiyon.

Contribution of THRIVE Sequence in Magnetic Resonance Myelography with Intrathecal Gadolinium

ABSTRACT

Magnetic Resonance Myelography with Intrathecal Gadolinium (IG-MRM) is an examination method to investigate the etiology of spontaneous intracranial hypotension (SIH). In the examination, the fat suppressed 2-dimensional T1-weighted turbo spin echo (2D-T1W TSE) sequence is generally preferred. "T1-weighted high-resolution isotropic volume examination" (THRIVE) sequence is a new generation 3D gradient echo (GRE) imaging technique that offers high resolution fat-suppressed T1 imaging. We aimed to evaluate the diagnostic success of the THRIVE sequence in detecting IG-MRM findings associated with intracranial hypotension by comparing it with the 2D-T1W TSE. Sixteen patients who were diagnosed with SIH according to their clinical and radiological findings and underwent IG-MRM between March 2018 and November 2019 were included. 2D-T1A TSE and THRIVE sequences were compared for cerebrospinal fluid (CSF) opacification grade at the cervical, thoracic, and lumbar levels, and counts of epidural CSF collections, dural defects, and meningeal diverticula. CSF opacification grades in THRIVE sequence at cervical and thoracic levels were significantly lower than 2D-T1W TSE ($p<0,05$). Significantly more dural defects ($33-15, p=0,001$) and meningeal diverticula ($20-4, p=0,027$) were detected in the THRIVE sequence than in the 2D-T1W TSE. There was no significant difference between the two examinations in terms of opacification at the lumbar level and the number of epidural CSF collections detected ($p>0,05$). Small dural defects and meningeal diverticula may be detected more easily using THRIVE sequence in IG-MRM of SIH cases when compared with routine sequences. However, since THRIVE is a gradient echo-based sequence, CSF areas may not be sufficiently opacified, especially at the cervical and thoracic level.

Key Words: Gadolinium. Mr myelography. Thrive. İntrakraniyal hypotension.

Geliş Tarihi: 04.Temmuz.2022

Kabul Tarihi: 04.Ağustos.2022

Dr. Rifat ÖZPAR
Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı,
Nilüfer/BURSA
Tel.: +90 532 578 33 86
E-posta: rifatozpar@uludag.edu.tr

Yazarların ORCID Bilgileri:

Rifat ÖZPAR: 0000-0001-6649-9287

Ömer Fatih NAS: 0000-0001-6211-4191

Mehmet Fatih İNECİKLİ: 0000-0002-9796-8223

Gökhan ÖNGEN: 0000-0002-7348-0813

Emel OĞUZ-AKARSU: 0000-0002-0465-4218

Bahattin HAKYEMEZ: 0000-0002-3425-0740

Spontan intrakraniyal hipotansiyon (SİH); toplumun %1'inden daha azında görülen, ortostatik baş ağrısı, düşük beyin-omurilik sıvısı (BOS) basıncı ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) pakimeningeal boyanma ile bulgu veren bir tablodur¹. Etiyolojisinde genellikle BOS'un spinal düzeyde tekal kesenin dışına kaçıışı bulunmaktadır. Diğer nedenler; travma, cerrahi, bağ doku hastalığı, dehidratasyon ve üremidir². Tanısı; klinik ve radyolojik olarak düşük BOS basıncının ortaya konması ile gerçekleştirilir.

SİH için yapılan görüntülemelerde başlıca amaç hastalık tanısını koymaktır. Bu amaçla intravenöz kontrastlı beyin MRG tercih edilmektedir³. Ayrıca aynı hastalığa bağlı tonsiller herniasyon, venöz sinüs trombozu gibi komplikasyonlar da görüntüleme ile saptanabilir⁴. Görüntülemenin bir diğer amacı kaçak lokalizasyonunu saptamaktır. Bu sayede konservatif tedaviye yanıtız olgularda hedefe yönelik epidural kan yaması veya cerrahi onarım gibi tedaviler gerçekleştirilebilir⁵. Bu amaçla myelografi yöntemleri tercih edilmektedir⁶. İntratekal Gadolinyumlu Manyetik Rezonans Myelografi (İG-MRM); spontan intrakraniyal hipotansiyonun etyolojisini araştırmak için yapılan bir inceleme yöntemidir⁷. Diğer myelografi yöntemlerinin aksine iyonizan radyasyon riski taşımaz⁸. İntratekal aralığa gadolinyum enjeksiyonunu takiben tüm spinal MRG incelemesi yapılır. İncelemede yağ baskılı T1 ağırlıklı (YB T1A) sekansları kullanılır. BOS'un epidural bölgeye ve spinal kanal çevresindeki diğer yumuşak doku kompartmanlarına geçişi araştırılır⁸.

Spinal MRG'de yağ baskılı T1A görüntüleme yapmak için genellikle yağ baskılı 2 boyutlu T1A turbo spin eko (2B-T1A TSE) teknikleri kullanılır. T1-weighted high-resolution isotropic volume examination (THRIVE) sekansı; yüksek çözünürlüklü yağ baskılı T1 görüntüleme imkanı sunan, 3 boyutlu gradient eko (GRE) görüntüleme tekniğidir. Bu sekans ile geleneksel yöntemler ile kıyaslandığında 1mm ve altındaki daha ince kesit kalınlıklarında YB T1A görüntüleme yapılabilir [9]. Bu sayede SİH ile ilişkili olduğu ifade edilen epidural BOS kolleksiyonları, BOS-venöz fistül, dural defekt ve meningeal divertikül gibi bulgular daha iyi şekilde saptanabilir¹⁰.

Bu çalışmada; THRIVE sekansının SİH ile ilişkili İG-MRM bulgularını saptamadaki tanısız başarısını 2B-T1A TSE ile karşılaştırarak değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamızın etik kurul onayı bulunmaktadır (Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, Karar No: 2019-19/31, Karar Tarihi: 20/11/2019).

Hasta Seçimi

Çalışmaya Mart 2018 – Kasım 2019 tarihleri arasında klinik ve radyolojik bulgularına göre SİH tanısı konan, İG-MRM yapılan ve İG-MRM'de aksiyel ve sagittal planda 2B-T1A TSE ve sagittal planda THRIVE sekansı alınan 16 hasta dahil edildi. Klinik değerlendirmede; "International Classification of Headache Disorders, 3rd edition" kriterleri göz önünde bulunduruldu¹². Radyolojik değerlendirmelerde intrakraniyal hipotansiyon için tanımlanmış bilateral diffüz dural boyanma, venöz sinüs dilatasyonu, subdural effüzyon-hemoraji, sellar diyaframdaki elevasyon, pontomezensefalik açılı daralması bulgularından en az ikisinin görülmesi anlamlı olarak kabul edildi. Yukarıda tanımlanan klinik ve radyolojik bulgularında eksiklik veya uyumsuzluk olan, İG-MRM sekanslarında eksiklik bulunan ve 18 yaşından küçük olgular çalışma dışı bırakıldı. Tüm olgulardan aydınlatılmış onam alındı.

İG-MRM Tekniği

1 mL meglumin gadoterat (Dotarem®) tüm olgularda floroskopi kılavuzluğunda intratekal yolla uygulandı. Sol yan dekübit pozisyonundaki olguda floroskopi ile L3-4 seviyesi belirlendi. Bu düzeyden 22G spinal iğne ile subaraknoid boşluğa erişim sağlandı. İğne ucundan BOS gelişinin görülmesini takiben kontrast madde enjekte edildi. Subaraknoid boşluğa uygun şekilde yayılım görüldükten sonra iğne çıkartıldı ve girişim sonlandırıldı. Enjeksiyondan sonraki 1. Saatte 3-Tesla MR cihazında (Achieva TX®, Philips, Best, Netherlands) görüntülemeler yapıldı. İG-MRM'de 2B-T1A TSE sekansı aksiyel ve sagittal planda, THRIVE sekansı sagittal planda servikal, torakal ve lomber bölgeler için foramen magnumdan S3 düzeyine dek elde edildi. Sekans parametreleri tablo I'de ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Tablo I. MRG sekans parametreleri.

	2B-T1A TSE	THRIVE
Plan	Aksiyel - Sagittal	Sagittal
2-Boyut/3-Boyut	2-Boyut	3-Boyut
TR (msn)	540	4,9
TE (msn)	8	2,2
Flip Açısı (°)	90	10
Kesit kalınlığı (mm)	4 mm	1 mm
Voksel boyutu	0,8mm x 1mm x 4mm	1mm x 1mm x 1mm
Gap	0 mm	0 mm
NEX	2	2
Yağ Baskılama	SPIR	SPAIR
Paralel Görüntüleme	SENSE	SENSE
Hızlandırma Faktörü	2	2
Toplam Süre (dk)	16:29	08:36

Görüntülerin Değerlendirilmesi

Tüm görüntüler nöroradyoloji alanında 20 yıl ve 5 yıl deneyime sahip iki gözlemci tarafından retrospektif olarak değerlendirildi. Gözlemciler çalışma

MR Myelografide THRIVE Sekansı

sonuçlarına kördü. Değerlendirmelerde ilk başta her iki gözlemci ayrı incelemelerde bulundu. Aynı olgulara ait farklı şekilde değerlendirilen bulgular için görüntüler ortak olarak tekrar değerlendirildi ve gözlemcilerin ortak konsensüsü son karar olarak kabul edildi. 2B-T1A TSE ve THRIVE yöntemleri için servikal, torakal ve lomber bölgelerdeki tekal kese BOS opasifikasyon düzeyi belirlendi. Bu değerlendirme için spinal kordun optimal olarak gri renkte görüldüğü uygun pencere ayarı yapıldı. İG-MRM'de siyah renkteki BOS Düzey 1 opasifikasyon, koyu gri renk Düzey 2 opasifikasyon, spinal kord ile benzer düzeydeki gri renk Düzey 3 opasifikasyon, spinal korda göre daha açık gri renk Düzey 4 opasifikasyon ve beyaz renk Düzey 5 opasifikasyon olarak kabul edildi. Sonrasında 2B-T1A TSE ve THRIVE tekniklerinin her biri epidural BOS kolleksiyonu, dural defekt, meningeal divertikül ve BOS – venöz fistül varlığı yönünden incelendi.

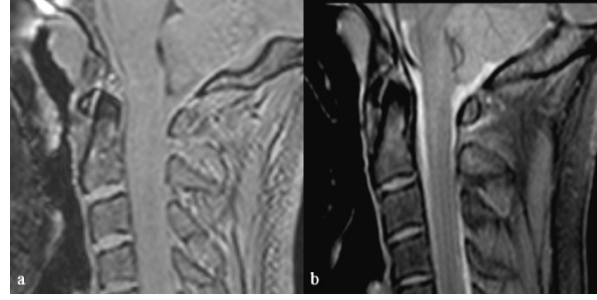
Verilerin İstatistiksel Analizi

Tüm olgulara ait yaş ve cinsiyet bulguları kaydedildi. 2B-T1A TSE ve THRIVE tekniklerinin her birinde servikal, torakal ve lomber düzeydeki BOS opasifikasyon düzeyleri, tekniklerin her birinde saptanan epidural BOS kolleksiyonu, dural defekt ve meningeal divertikül bulgularının sayısı ve seviyesi kaydedildi. Demografik veriler için frekans ve tanımlayıcı istatistik bulguları tanımlandı. 2B-T1A TSE ve THRIVE sekansları; servikal, torakal ve lomber düzeylerin her biri için opasifikasyon düzeyleri, epidural BOS kolleksiyonu sayısı, dural defekt sayısı ve meningeal divertikül sayısı yönünden Wilcoxon Eşleştirilmiş Çiftler testi ile karşılaştırıldı. Anlamlılık düzeyi $p=0,05$ olarak kabul edildi. Tüm istatistiksel analizler SPSS 23.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) programında yapıldı.

Bulgular

Olguların ortalama yaşı $39,8 \pm 14,3$ (20 – 61)'di. %81,2 (13/16) olgu kadın, %18,8 (3/16) olgu erkekti.

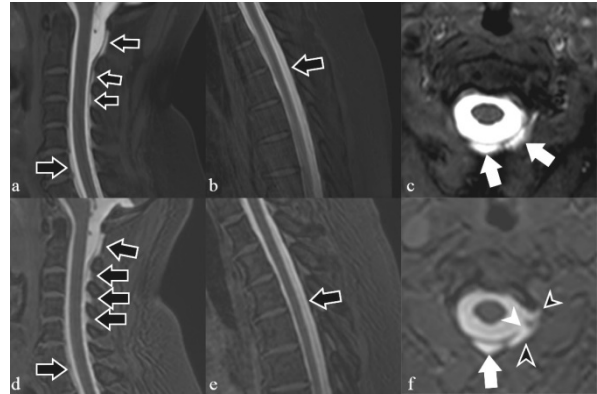
Opasifikasyon düzeyleri açısından her iki sekansın karşılaştırılmasında servikal ve torakal düzeyde THRIVE sekansının opasifikasyon düzeyi 2B-T1A TSE'ye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Servikal düzeydeki ortalama opasifikasyon düzeyi THRIVE sekansı için $4,2 \pm 1$ (2 - 5), 2B-T1A TSE için $4,9 \pm 0,3$ (4 - 5) olarak hesaplandı ($p=0,015$). Torakal düzeydeki ortalama opasifikasyon düzeyi THRIVE sekansında $4,4 \pm 0,7$ (3 - 5), 2B-T1A TSE'de $4,9 \pm 0,2$ (4 - 5) idi ($p=0,011$). Lomber seviyedeki opasifikasyon düzeyleri açısından her iki sekans arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,157$). Lomber seviyede ortalama opasifikasyon THRIVE sekansında $4,8 \pm 0,4$ (4-5), 2B-T1A TSE'de $4,9 \pm 0,2$ (4 - 5) di (Şekil 1) (Tablo II).



Şekil 1:

Düşük opasifikasyon örnekleri. THRIVE sekansı (a); Düzey 3 opasifikasyon. 2B-T1A TSE sekansı (b); düzey 4 opasifikasyon.

SİH ile ilişkili MR myelografi bulguları yönünden yapılan karşılaştırmada; THRIVE sekansında 2B-T1A TSE'ye göre anlamlı ölçüde daha çok sayıda dural defekt (33 – 15) saptandı ($p=0,001$). Ayrıca yine THRIVE sekansında 2B-T1A TSE'ye kıyasla anlamlı düzeyde daha çok meningeal divertikül (20 – 4) saptandı ($p=0,027$). 2B-T1A TSE'de dural defekt saptanmayan bir olguda THRIVE sekansında dural defekt saptandı. Ayrıca 2B-T1A TSE'de meningeal divertikül saptanmayan beş olguda THRIVE sekansında meningeal divertikül görüldü (Şekil 2) (Tablo III). Saptanan epidural BOS kolleksiyonlarının sayısı açısından THRIVE ve 2B-T1A TSE arasında anlamlı farklılık saptanmadı (21 – 20) ($p=0,564$). Hiçbir olguda BOS – venöz fistül saptanmadı.



Şekil 2:

10. Olguda SİH ile ilişkili epidural BOS kolleksiyonları, dural defekt ve meningeal divertiküller. Düzey 5 opasifikasyonun olduğu 2B-T1A sagittal görüntülerde (a, b) ve THRIVE sagittal görüntülerde (d, e) servikal ve torakal düzeyde epidural BOS kolleksiyonları (beyaz çizgili oklar). 2B-T1A TSE aksiyel görüntüde (c) üst servikal düzeyde epidural – paraspinal lokalizasyonlarda BOS kolleksiyonu görünümüleri (beyaz oklar), aynı seviyeden geçen THRIVE aksiyel görüntüde (f) 2B-T1A TSE'de görülmeyen sol posterolateral dural defekt (beyaz ok başı) ve iki adet meningeal divertikül (beyaz çizgili ok başları).

Tablo II. Olgularda 2B-T1A TSE ve THRIVE sekanslarındaki opasifikasyon düzeyleri.

	SERVİKAL OPASİFİKASYON		TORAKAL OPASİFİKASYON		LOMBER OPASİFİKASYON	
	2B T1 TSE	THRIVE	2B T1 TSE	THRIVE	2B T1 TSE	THRIVE
1. Olgu	4	3	5	3	5	4
2. Olgu	5	5	5	5	5	4
3. Olgu	4	2	4	3	4	4
4. Olgu	5	5	5	5	5	5
5. Olgu	5	5	5	5	5	5
6. Olgu	5	4	5	4	5	5
7. Olgu	5	4	5	4	5	5
8. Olgu	5	3	5	4	5	5
9. Olgu	5	4	5	4	5	5
10. Olgu	5	5	5	5	5	5
11. Olgu	5	5	5	5	5	5
12. Olgu	5	3	5	4	5	5
13. Olgu	5	5	5	5	5	5
14. Olgu	5	5	5	5	5	5
15. Olgu	5	5	5	5	5	5
16. Olgu	5	5	5	5	5	5
p değeri	0,015*		0,011*		0,157	

*: p<0,05

Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızda THRIVE sekansında intrakraniyal hipotansiyon etyolojisini açıklayabilecek dural defekt ve meningeal divertikül bulguları geleneksel 2B-T1A TSE sekansına göre anlamlı ölçüde daha çok sayıda gözlemlendi. Ancak THRIVE sekansı kullanılarak yapılan İG-MRM'de servikal ve torakal düzeyde 2B-T1A TSE'ye göre opasifikasyon düzeyi anlamlı ölçüde daha düşüktü. Literatürde THRIVE sekansının İG-MRM'deki etkinliğini araştıran herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

THRIVE sekansı; 3 boyutlu gradient eko tabanlı ultra-kısa bir T1 ağırlıklı görüntüleme yöntemidir. Düşük flip açısı kullanımı, k-alanının parsiyel örneklenmesi gibi faktörler sayesinde sekansın tekrar zamanı (TR) düşmekte, çok kısa bir zaman dilimi içerisinde 3 boyutlu, çok ince kesit kalınlığına sahip görüntüler elde edilmektedir¹³. Ayrıca sekansta "Spectral Attenuated Inversion Recovery" (SPAIR) yağ baskılama tekniği ile yağ dokudan gelen sinyaller baskılanmaktadır. Kısa zamanda T1 ağırlıklı görüntülemeye imkan sunması nedeni ile en sık abdominal MRG, meme MRG, boyun MRG gibi spontan hareketin (örn. nefes, pulsasyon, peristaltizm) T1A TSE incelemeyi güçleştirdiği vücut bölgelerinin incelemelerinde tercih edilmektedir¹⁴⁻¹⁶. Ayrıca

Tablo III. Olgularda 2B-T1A TSE ve THRIVE sekanslarındaki epidural BOS kolleksiyonu, dural defekt ve meningeal divertikül sayısı.

	EPİDURAL BOS KOLLEKSİYONU				DURAL DEFEKT				MENİNGEAL DİVERTİKÜL			
	2B T1A TSE		THRIVE		2B T1A TSE		THRIVE		2B T1A TSE		THRIVE	
	SAYI	SEVİYE	SAYI	SEVİYE	SAYI	SEVİYE	SAYI	SEVİYE	SAYI	SEVİYE	SAYI	SEVİYE
1. Olgu	1	T3-S1	1	T3-S1	1	L5-S1	1	L5-S1	0	0	0	0
2. Olgu	1	T11-L5	1	T11-L5	1	L4-5	2	L3-4, L4-5	0	0	0	0
3. Olgu	1	L1-4	1	L1-4	1	L1-2	2	L1-2, L3-4	0	0	3	L1-2, L2-3
4. Olgu	1	C2-S1	1	C2-S1	1	C3-4	2	C2-3, C3-4	0	0	0	0
5. Olgu	1	T12-L3	1	T12-L3	1	L2-3	2	L2-3	0	0	4	L1-2, L2-3
6. Olgu	2	C3-T4, T11-L4	2	C3-T4, T11-L4	2	T12-L1, L1-2	3	T12-L1, L1-2, L2-3	2	T12-L1	7	T12-L1, L1-2
7. Olgu	2	T5-L1, L3-S1	2	T5-L1, L3-S1	2	L3-4	4	L3-4, L4-5, L5-S1	0	0	0	0
8. Olgu	2	T7-11, L2-5	3	C6-T3, T7-11, L2-5	1	L2-3	2	L2-3, C6-7	0	0	0	0
9. Olgu	2	T8-L1, L3-5	2	T9-L1, L3-5	1	T8-9	3	T8-9, T12-L1, L1-2	0	0	1	L1-2
10. Olgu	1	C2-C7	1	C2-C7	1	C2	4	C2	0	0	1	C2
11. Olgu	1	L4-S1	1	L4-S1	0	0	0	0	1	L5-S1	1	L5-S1
12. Olgu	1	L3-S1	1	L3-S1	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Olgu	1	L3-5	1	L3-5	1	L3-4	2	L3-4, L4-5	1	L1	1	L1
14. Olgu	1	T7-S1	1	T7-S1	1	L3	2	L3, L3-4	0	0	2	L2-3, L3-4
15. Olgu	1	L1-S1	1	L1-S1	1	L3-4	3	L3-4, L4-5	0	0	0	0
16. Olgu	1	L2-L5	1	L2-L5	0	0	1	L3-4	0	0	0	0
Toplam	20		21		15		33		4		20	
P Değeri	0,317				0,001*				0,027*			

*: p<0,05

MR Myelografide THRIVE Sekansı

submilimetrik kesit kalınlığı ve voksel ölçülerine sahip görüntülerin makul sürede elde edilmesi sayesinde manyetik rezonans artrografide, kısa TR, TE ve flip açısına sahip olması sayesinde intrakraniyal anevrizmaların kontrastsız görüntülemesinde kullanılabilmesini ifade eden çalışmalar mevcuttur^{17,18}. Bizim İG-MRM'de THRIVE sekansını tercih etme nedenimiz; 3 boyutlu olma ve ince kesit kalınlığında görüntüleme özellikleri sayesinde İG-MRM'de sıklıkla tercih edilen yağ baskılı 2B-T1A TSE'de gözden kaçabilecek daha küçük çaptaki lezyonların saptanabileceğini düşünmemizdir. Ayrıca servikal, torakal ve lomber bölgeler için 2B T1A-TSE görüntüler hem sagittal hem aksiyel planlarda, gereklilik halinde koronal planlarda elde edilmektedir. Bu yüzden inceleme süresi THRIVE sekansına göre daha uzundur (Tablo I). THRIVE sekansının 3 boyutlu olma özelliği ve kısa çekim süresi sayesinde İG-MRM süresinin THRIVE sekansı kullanılarak önemli ölçüde kısalabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda THRIVE sekansında servikal ve torakal bölgelerde 2B-T1A TSE sekanslarına göre daha düşük düzeyde opasifikasyon görüldü. Bu durumun THRIVE sekansının gradient eko, 2B-T1A TSE'nin ise spin eko tabanlı olmasından dolayı ortaya çıktığını düşünüyoruz. Hızlı gradient eko tabanlı sekanslar; hızlı spin eko tabanlı sekanslara göre daha düşük sinyal-gürültü oranı ve kontrast-gürültü oranına sahiptir. İntravenöz kontrast madde uygulanan olgularda da gradient eko tabanlı T1 ağırlıklı sekanslarda lezyon opasifikasyonu spin eko sekanslara göre daha düşük düzeyde olmaktadır¹⁹. Bu düşüklüğün servikal ve torakal düzeyde izlenmesinin nedeni ise olasılıkla lomber düzeyden intratekal uygulanan kontrast maddenin henüz kraniyale yeterli kadar geçmemiş olmasıdır. SİH olgularında BOS basıncı ve akım hızı düşmektedir²⁰. Yavaşlamış BOS dolaşımı nedeni ile kontrast madde hedeflenen zamanda kraniyale ulaşamayabilir. Ulaşan kontrast madde miktarı olasılıkla 2B-T1A TSE'de beklenen opasifikasyon için yeterli olmakta, THRIVE sekansı için ise yetersiz kalmaktadır. Bu olgularda belirli bir süre (örn. 2 saat) bekledikten sonra görüntüleme yapılması, Trendelenburg pozisyonunda beklenip çekimin tekrarlanması gibi yaklaşımlar THRIVE sekansındaki opasifikasyonu artırabilir. Ayrıca teorik olarak kullanılan kontrast madde miktarının artırılması ile opasifikasyonun artacağı ön görülse de gadolinyumun intratekal uygulananının uzun dönem yan etkileri hakkında literatürde net bir bilgi olmaması hasta güvenliği açısından bu yaklaşıma sınırlama getirmektedir. Yukarıda belirtilen olası çözüm yollarının başarısı yeni çalışmalar ile araştırılabilir.

THRIVE sekansında 2B-T1A TSE'ye göre daha çok sayıda dural defekt ve meningeal divertikül saptanmasının, ince kesit kalınlığında 3 boyutlu görüntüleme yapılmış olması sayesinde rutin

görüntülemeye gözden kaçabilecek küçük çaplı lezyonların saptanma olasılığını artırması olduğu kanısındayız. Bu durum; THRIVE'in manyetik rezonans artrografide etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda da ifade edilmiş ve benzer sonuçlar belirtilmiştir¹³. Dural defekt ve meningeal divertiküller olgularımızda en sık lomber düzeyde izlendi (Tablo III). Ancak epidural BOS kolleksiyonu saptanmasında 2B-T1A TSE ile yaklaşık aynı düzeyde etkinlik görüldü. Epidural BOS kolleksiyonları SİH hastalarında en sık olarak görülen myelografik bulgudur³. Genellikle longitudinal özelliktedir. Ancak çoğunlukla izole bulgu olarak görüldüğü belirtilmiştir⁷. Çalışmamızdaki bulgulara göre THRIVE sekansının kullanımı ile etyolojide rol oynayabilecek dural defektler daha net ortaya konabilir.

Çalışmamızın birtakım kısıtlamaları bulunmaktadır. Bunlar arasında retrospektif bir çalışma olması, tek merkezli olması ve olgu sayısının az olması bulunmaktadır. Çalışmamızda yer alan olguların hiç birisinde BOS – venöz fistül görülmediği için, THRIVE sekansının bu etyolojik neden için katkısı hakkında herhangi bir fikir oluşmamıştır. Daha çok olgu ile yapılacak prospektif çalışmalar sayesinde çalışmamızın sonuçları daha doğru bir şekilde değerlendirilebilir.

Sonuç olarak SİH olgularının İG-MRM'sinde THRIVE sekansının kullanımı ile küçük dural defektler ve meningeal divertiküller rutin sekanslara göre daha kolay saptanabilir. Ancak sekansın gradient eko tabanlı olması nedeni ile özellikle servikal ve torakal düzeyde BOS alanları yeterince opasifiye olmayabilir.

Etik Kurul Onay Bilgisi:

Onaylayan Kurul: Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Onay Tarihi: 20/11/2019
Karar No: 2019-19/31

Araştırmacı Katkı Beyanı:

Fikir ve tasarım: R.Ö., B.H.; Veri toplama ve işleme: Ö.F.N, M.F.İ, E.O.A; Analiz ve verilerin yorumlanması: G.Ö., B.H.; Makalenin önemli bölümlerinin yazılması: R.Ö.

Destek ve Teşekkür Beyanı:

Çalışmamız için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı:

Makale yazarlarının çıkar çatışması beyanı yoktur.

Kaynaklar

1. Schievink WI. Spontaneous spinal cerebrospinal fluid leaks and intracranial hypotension. JAMA. 2006;295:2286-96.
2. Schievink WI, Reimer R, Folger WN. Surgical treatment of spontaneous intracranial hypotension associated with a spinal arachnoid diverticulum. Case report. J Neurosurg. 1994;80:736-9.

3. Luetzen N, Dovi-Akue P, Fung C, Beck J, Urbach H. Spontaneous intracranial hypotension: diagnostic and therapeutic workup. *Neuroradiology*. 2021;63:1765-72.
4. Bond KM, Benson JC, Cutsforth-Gregory JK, et al. Spontaneous Intracranial Hypotension: Atypical Radiologic Appearances, Imaging Mimickers, and Clinical Look-Alikes. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020;41:1339-47.
5. Smith KA. Spontaneous intracranial hypotension: Targeted or blind blood patch. *J Clin Neurosci*. 2016;25:10-2.
6. Kranz PG, Luetmer PH, Diehn FE, et al. Myelographic Techniques for the Detection of Spinal CSF Leaks in Spontaneous Intracranial Hypotension. *AJR Am J Roentgenol*. 2016;206:8-19.
7. Akbar JJ, Luetmer PH, Schwartz KM, et al. The role of MR myelography with intrathecal gadolinium in localization of spinal CSF leaks in patients with spontaneous intracranial hypotension. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012;33:535-40.
8. Chazen JL, Talbott JF, Lantos JE, et al. MR myelography for identification of spinal CSF leak in spontaneous intracranial hypotension. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35:2007-12.
9. Ahn SS, Kim J, An C, et al. Preoperative imaging evaluation of head and neck cancer: comparison of 2D spin-echo and 3D THRIVE MRI techniques with resected tumours. *Clin Radiol*. 2012;67:e98-104.
10. Carlton Jones L, Butteriss D, Scoffings D. Spontaneous intracranial hypotension: the role of radiology in diagnosis and management. *Clin Radiol*. 2022;77:e181-194.
11. Schievink WI, Maya MM, Louy C, Moser FG, Tourje J. Diagnostic criteria for spontaneous spinal CSF leaks and intracranial hypotension. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:853-6.
12. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. *Cephalalgia*. 2018;38:1-211.
13. Lee SH, Yun SJ, Yoon Y. Diagnostic performance of shoulder magnetic resonance arthrography for labral tears having surgery as reference: comparison of high-resolution isotropic 3D sequence (THRIVE) with standard protocol. *Radiol Med*. 2018;123:620-30.
14. Onoda M, Hyodo T, Murakami T, et al. Optimizing signal intensity correction during evaluation of hepatic parenchymal enhancement on gadoxetate disodium-enhanced MRI: comparison of three methods. *Eur J Radiol*. 2015;84:339-45.
15. Moschetta M, Telegrafo M, Rella L, et al. Effect of gadolinium injection on diffusion-weighted imaging with background body signal suppression (DWIBS) imaging of breast lesions. *Magn Reson Imaging*. 2014;32:1242-6.
16. Yoo MG, Kim J, Bae S, et al. Detection of clinically occult primary tumours in patients with cervical metastases of unknown primary tumours: comparison of three-dimensional THRIVE MRI, two-dimensional spin-echo MRI, and contrast-enhanced CT. *Clin Radiol*. 2018;73:410.e9-410.e15.
17. Lee YH, Choi YR, Kim S, Song HT, Suh JS. Intrinsic ligament and triangular fibrocartilage complex (TFCC) tears of the wrist: comparison of isovolumetric 3D-THRIVE sequence MR arthrography and conventional MR image at 3 T. *Magn Reson Imaging*. 2013;31:221-6.
18. Mırçık E, Hakyemez B. New technique: the use of the THRIVE sequence in the follow-up of patients who received endovascular intracranial aneurysm treatment. *Neuroradiology*. 2021;63:399-407.
19. Furutani K, Harada M, Mawlan M, Nishitani H. Difference in enhancement between spin echo and 3-dimensional fast spoiled gradient recalled acquisition in steady state magnetic resonance imaging of brain metastasis at 3-T magnetic resonance imaging. *J Comput Assist Tomogr*. 2008;32:313-9.
20. Hasiloglu ZI, Albayram S, Gorucu Y, et al. Assessment of CSF flow dynamics using PC-MRI in spontaneous intracranial hypotension. *Headache*. 2012;52:808-19.