DWI ve ADC'yi Anlamak

Su hareketi azaldığında, yüksek b değerli DWI'de o alan genellikle daha parlak kalır. Ancak bu parlaklığın gerçekten kısıtlanmadan kaynaklandığını anlamak için ADC'ye bakarız.

Difüzyon MR ile neye bakıyoruz

Dokuların içindeki su molekülleri sürekli küçük, rastgele hareketler yapar. Difüzyon MR, **suyun bulunduğu ortamda ne kadar rahat hareket edebildiğini** değerlendirmemizi sağlar.

Bunu anlamak için iki ortam düşünelim: Birinde suyun hareket edebileceği alan geniştir; diğerinde ise hücreler ve hücre zarları suyun yer değiştirmesini sınırlar. Su ikinci ortamda tamamen durmaz, ancak aynı sürede daha az yer değiştirebilir. **Difüzyonun azalması veya kısıtlanması dediğimiz durum budur.** [1]

Su rahat hareket ediyorsa görüntü nasıl olur

Yüksek b değerli DWI'de, rahat hareket eden suyun sinyali daha fazla azalır. Bu nedenle bu alanlar daha koyu görünme eğilimindedir.

Su daha az hareket ediyorsa sinyal daha az kaybolur; o alan çevresine göre **daha parlak kalabilir.** Yani difüzyon görüntüsündeki parlaklığın temel mantığı, hareketi azalan suyun daha fazla sinyal korumasıdır. [2]

Beyin omurilik sıvısı buna iyi bir örnektir: Su burada görece rahat hareket ettiği için yüksek b değerli DWI'de genellikle koyu görünür.

b değeri ne işe yarar

b değeri, görüntünün su hareketine ne kadar duyarlı olduğunu belirleyen çekim ayarıdır. Suyun hareketini değiştirmez; bu hareketin görüntü üzerindeki etkisini değiştirir.

b=0 görüntüsünde su hareketine bağlı baskılama çok azdır.
b=1000 görüntüsünde rahat hareket eden suyun sinyali daha fazla baskılanır. Hareketi azalmış alanlar böylece daha belirgin hâle gelebilir.

Rutin beyin MR'da bu iki görüntü sıklıkla birlikte kullanılır. b değerini daha fazla artırmak her zaman daha iyi görüntü sağlamaz; görüntünün sinyali de azalabilir. [2]

Peki ADC neden gerekli

Çünkü **DWI'deki her parlak alan, su hareketinin azaldığı anlamına gelmez.** Bazı dokular T2 özellikleri nedeniyle de DWI'de parlak görünebilir. Buna **T2 shine-through** denir. [3]

ADC haritası, farklı b değerlerindeki görüntülerden hesaplanır ve suyun hareketinin gerçekten azalıp azalmadığını değerlendirmemize yardımcı olur. Standart gri skala ADC haritasında:

Copyright © radiologycasediscussion.com - All Rights Reserved

Suyun hareketi	Yüksek b değerli DWI	ADC
Hareket azalmışsa	Genellikle parlak	Uygun referans dokuya göre koyu
Su rahat hareket ediyorsa	Genellikle daha koyu	Daha parlak
T2 etkisiyle parlaklık varsa	Parlak olabilir	Düşük değildir; normal veya yüksek olabilir

Bu yüzden görüntü okurken şu sırayı izleriz: **Önce DWI'de parlak alanı buluruz, sonra aynı yere ADC'de bakarız.** Parlaklığa ADC düşüklüğü de eşlik ediyorsa gerçek difüzyon kısıtlanması desteklenir. ADC düşük değilse yalnızca DWI parlaklığına bakarak "kısıtlanma var" demeyiz. [2,3]

Normal beyin dokusu ile BOS neden aynı görünmez

BOS, beyin omurilik sıvısının kısaltmasıdır. Bu sıvı içinde su, beyin dokusuna göre daha rahat hareket eder. Beyin dokusunda ise hücreler ve hücre zarları suyun hareketini sınırlar. Bu yüzden normal beyin dokusunun ADC'si BOS'tan daha düşüktür. [1]

ADC adındaki görünür sözcüğü ne anlatıyor

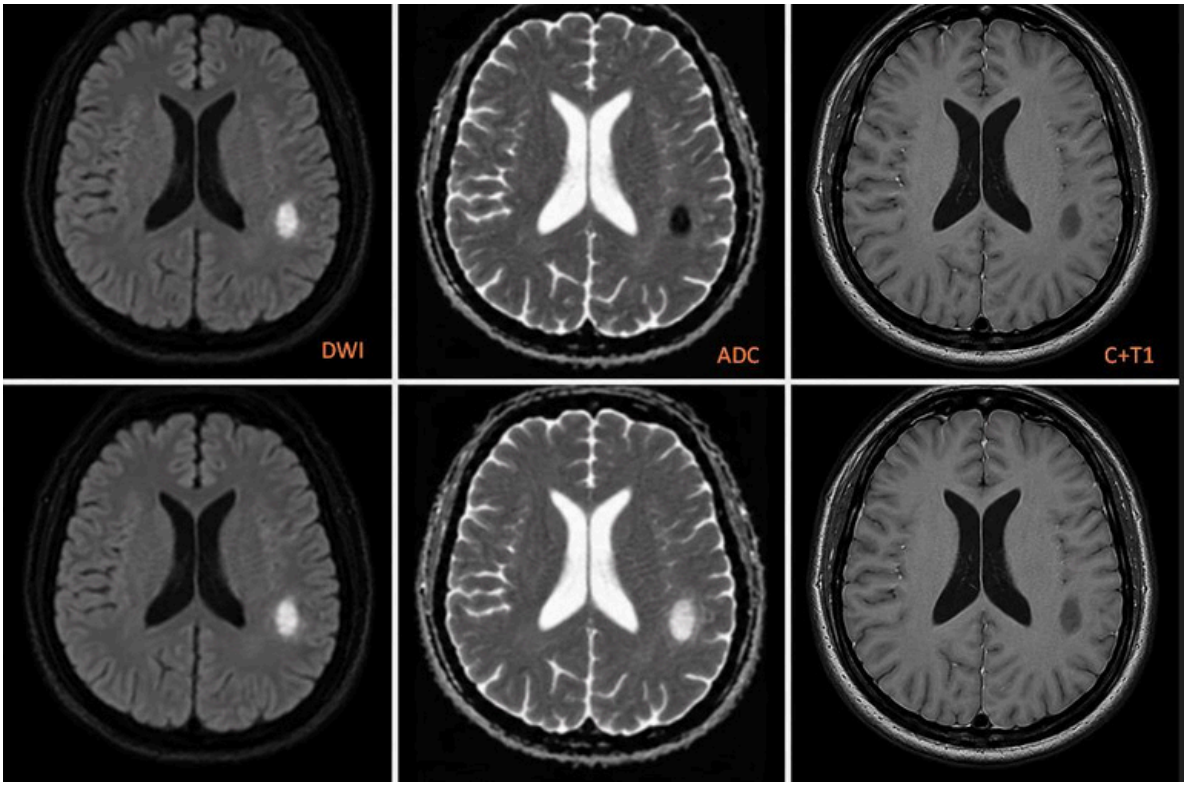
ADC'nin açılımı **görünür difüzyon katsayısıdır.** Bunu, incelenen dokudaki su hareketini sayıyla ifade etmeye yardımcı olan bir ölçüm olarak düşünebiliriz. "Görünür" denmesinin nedeni, elde edilen değerin hem dokunun yapısından hem de ölçümün nasıl yapıldığından etkilenmesidir. [1,2]

İlk aşamada bilmemiz gereken şu: **Düşük ADC, su hareketinin karşılaştırdığımız dokuya göre azaldığını söyler; bunun nedenini tek başına söylemez.** Nedeni anlamak için lezyonun yerine, şekline ve diğer görüntülerine bakmamız gerekir.

Copyright © radiologycasediscussion.com - All Rights Reserved

Şimdi aynı mantıkla görsele bakalım

İki sıranın da soldaki görüntüsünde parlak bir odak var. Yalnızca bu görüntülere bakarsak iki odakta da kısıtlanma olduğunu düşünebiliriz. Şimdi ortadaki ADC görüntülerine geçelim.



Şekil 1. Bu görselde gerçek difüzyon kısıtlanması ile T2 shine-through etkisini karşılaştırıyoruz. Üstteki parlak odağa ADC düşüklüğü eşlik ederken alttaki odakta ADC yüksektir.

Üst sırada, parlak odak ADC'de koyu görünüyor. DWI parlaklığına ADC azalması da eşlik ettiği için gerçek kısıtlanma destekleniyor.

Alt sırada ise odak DWI'de yine parlak, fakat ADC'de koyulaşmıyor; yüksek sinyalli kalıyor. Burada parlaklığı su hareketinin azalmasıyla açıklamıyoruz. T2 shine-through etkisi ön plana çıkıyor. [2,3]

Görselde sütunlar soldan sağa DWI, ADC ve kontrastlı T1 sırasındadır. Bu örnekte iki odakta da belirgin kontrastlanma gösterilmemiştir; ayrımı sağlayan ADC davranışıdır.

Görsel notu: Yapay zekâ ile oluşturulmuş eğitim illüstrasyonudur; gerçek hasta görüntüsü değildir. Sinyal tonları nicel ADC ölçümü olarak kullanılamaz.

Kontrastlı görüntü bize başka ne söyler

DWI ve ADC ile su hareketini değerlendiririz. Kontrastlı görüntü ise lezyonun hangi bölümünün kontrast tuttuğunu gösterir. Bunlar farklı sorulara yanıt verir; **bir alanın kısıtlanması için mutlaka kontrastlanması gerekmez.**

Örneğin tipik bir apsede, irin içeren merkez kısıtlanabilir; kontrast tutan bölüm ise bu merkezi çevreleyen kapsüldür. Lenfomada ise kısıtlanan solid, yani sıvı olmayan tümör dokusu aynı zamanda belirgin kontrastlanabilir. Bu nedenle yalnızca "kısıtlanıyor mu?" diye sormayız; **"Kısıtlanan yer, lezyonun hangi bölümü?"** diye de bakarız. Bu karşılaştırmaları sonraki bölümlerde ayrıntılandıracağız. [4,5]

Copyright © radiologycasediscussion.com - All Rights Reserved

İlk okumada nasıl ilerleyelim

Görüntüleri birlikte açıp şu sırayla ilerleyebiliriz:

Parlak alanı bulalım. Yüksek b değerli DWI'de dikkat çeken odak nerede?
Aynı yere ADC'de bakalım. Uygun normal dokuya göre koyulaşma var mı?
Yerini doğrulayalım. Diğer MR görüntülerinde gerçekten aynı dokuya mı bakıyoruz? Hareket veya görüntü bozulması değerlendirmeyi etkiliyor mu?
Sonra nedenini araştıralım. Alanın yerleşimi, şekli, kontrastlanması ve hastanın klinik bilgisi hangi olasılığı destekliyor?

Kısıtlanma varsa hemen enfarkt diyebilir miyiz

Hayır. Su hareketinin azalması yalnızca enfarktta görülmez. Apse içeriği, bazı hücreden zengin tümörler ve nöbetle ilişkili değişiklikler de kısıtlanma gösterebilir. ADC'nin düşük olması bu süreçlerin hepsinde aynı tanı anlamına gelmez. [4–6]

Düşük ADC'ye bakarak tek başına "bu doku kesinlikle düzelmez" de diyemeyiz. Bazı nöbet ve hipoglisemi, yani kan şekerinin düşmesiyle ilişkili değişiklikler gerileyebilir. Sonucu, görüntüleme bulgularını klinik seyirle birlikte değerlendirerek yorumlarız. [6,7]

Bu bölümden akılda ne kalsın

Yüksek b değerli DWI'de su rahat hareket ediyorsa sinyal daha fazla azalır; hareket azalmışsa alan daha parlak kalabilir.
DWI'deki parlaklığı mutlaka aynı yerdeki ADC ile kontrol ederiz.
ADC'yi, değerlendirdiğimiz alana uygun normal dokuyla karşılaştırırız.
Gerçek kısıtlanmayı doğruladıktan sonra nedenini araştırırız; kısıtlanma tek başına tanı değildir.

Sonraki bölüm

İkinci bölümde DWI parlaklığının nedenlerini ve gerçek kısıtlanmayı taklit edebilen durumları daha ayrıntılı ele alacağız.

Kısaltmalar

DWI: difüzyon ağırlıklı görüntüleme. ADC: görünür difüzyon katsayısı. BOS: beyin omurilik sıvısı. b değerinin birimi: s/mm².

Kaynaklar

1. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, ve ark. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. Radiology. 1986;161:401–407. doi:10.1148/radiology.161.2.3763909. Kaynağa erişim

2. Palombo M, Bodini B, Grussu F, ve ark. ESR Essentials: diffusion-weighted MRI—practice recommendations by the European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology. Eur Radiol. 2026;36:2198–2208. doi:10.1007/s00330-025-12033-x. Kaynağa erişim

3. Burdette JH, Elster AD, Ricci PE. Acute cerebral infarction: quantification of spin-density and T2 shine-through phenomena on diffusion-weighted MR images. Radiology. 1999;212:333–339. doi:10.1148/radiology.212.2.r99au36333. Kaynağa erişim

Copyright © radiologycasediscussion.com - All Rights Reserved

4. Hartmann M, Jansen O, Heiland S, ve ark. Restricted diffusion within ring enhancement is not pathognomonic for brain abscess. AJNR Am J Neuroradiol. 2001;22:1738–1742. Kaynağa erişim

5. Barajas RF Jr, Politi LS, Anzalone N, ve ark. Consensus recommendations for MRI and PET imaging of primary central nervous system lymphoma: guideline statement from the International Primary CNS Lymphoma Collaborative Group. Neuro Oncol. 2021;23:1056–1071. doi:10.1093/neuonc/noab020. Kaynağa erişim

6. Bosque Varela P, Machegger L, Oellerer A, ve ark. Imaging of status epilepticus: Making the invisible visible. A prospective study on 206 patients. Epilepsy Behav. 2023;141:109130. doi:10.1016/j.yebeh.2023.109130. Kaynağa erişim

7. Kang EG, Jeon SJ, Choi SS, ve ark. Diffusion MR imaging of hypoglycemic encephalopathy. AJNR Am J Neuroradiol. 2010;31:559–564. doi:10.3174/ajnr.A1856. Kaynağa erişim

Copyright © radiologycasediscussion.com - All Rights Reserved