

DIFUSIÓN POR RESONANCIA MAGNÉTICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES INTRACRANEALES

Por CONRADO CASTRO*, ROSA VELASCO** y FREDY VILLENA***

RESUMEN

La prueba de difusión es un método que marca el comienzo de una nueva era de la evaluación de un evento isquémico en etapa hiperaguda y aguda, como también en el diagnóstico diferencial de procesos que hacen efecto de masa como en el caso del quiste aracnoideo, absceso, granuloma, tumor epidermoide y otros. Procedimiento de rápida adquisición y muy necesaria para el beneficio terapéutico. Debe ser un examen de rutina en todo estudio de sospecha de evento vascular.

SUMMARY

The functional MRI techniques of diffusion-weighted imaging is increasingly used for the diagnosis and monitoring processes that occur in the first few hours for a stroke and help in other neurological disorders. This article will review a few of the basic technical advances that suggest near term and long term clinical applications. Clinical image examples shown in this article.

PALABRAS-CLAVE : Difusión, resonancia magnética funcional, infarto cerebral.

KEY WORDS : Diffusion, MRI, stroke.

Se llama difusión (D) al movimiento "browniano", aleatorio¹, constante y normal, del agua dentro del tejido nervioso, que disminuye en caso de patología isquémica. La aplicación de este conocimiento fue impulsado por la necesidad de aplicar un tratamiento trombolítico de urgencia, en el periodo llamado "de ventana", en las seis primeras horas de un ictus y mejor aun, en las tres primeras^{2,3}. Necesidad que coincidió con el desarrollo de la Resonancia Magnética

Funcional, sobre todo en protocolos de adquisición rápida conocidas como imágenes de Eco Planar (EP) en equipos de alto campo magnético, en la rutina médica.

La técnica de imágenes potenciadas en difusión fue descrita en 1986 por Le Bihan⁴ y colaboradores, luego aplicada en el ejercicio médico para la isquemia cerebral^{2,5,6} y en la actualidad, como una valiosa herramienta para el diagnóstico diferencial.

* Médico del Instituto de Ciencias Neurológicas y de Resomasa, Lima-Perú. E-mail: ccastromagluff@yahoo.com

** Médico del Instituto de Ciencias Neurológicas.

*** Tecnólogo de Resomasa.

Este método es no invasivo, de máxima seguridad, eficiencia y de rápida ejecución. Sin embargo, por la alta sensibilidad magnética es susceptible a artefactos producidos aun por el más pequeño movimiento y la presencia de material ferro o paramagnético. La adquisición rápida con el método EP permite adquirir una imagen en un solo disparo de menos de 120 ms, controlando hasta el movimiento pulsátil de los vasos y por lo tanto, parte de estos artefactos⁷.

La rapidez de este examen permite hacer un examen corto (contra lo esperado en un examen convencional) en una situación de emergencia, en un paciente generalmente no colaborador, confuso y/o afásico o con otro trastorno del procesamiento central, propio de las lesiones cerebrales.

En la técnica de difusión se utiliza una adquisición basal en T2 ($b=0$ s/mm²) en donde prácticamente no hay difusión alguna, la que se incrementa cuando se va elevando el valor de b , (que se considera análogo al TE del ponderado en T2) llegando hasta $b=1000$ s/mm² (gradiente de difusión $G=22$ mT/m, activado durante 31 ms). La adquisición total toma 11 segundos y permite obtener series en las tres direcciones ortogonales.

La disminución del movimiento del agua intracelular debido a una lesión generalmente de tipo isquémica, produce hiperseñal en las imágenes potenciadas en difusión. Algunas hiperseñales pueden observarse como resultado de artefactos de difusión anisotrópica⁸ y pueden llevar a falsa interpretaciones, pero la adquisición con las otras direcciones ortogonales las corrige. En la sustancia blanca la difusión del agua es en dirección de los tractos fibrosos nerviosos,

por lo tanto la intensidad de la señal depende de la dirección de la adquisición. Debido a la aplicación de dirección los protocolos isotópicos adquieren un corte tres veces, cada uno con gradientes de difusión en todas las direcciones. Esto produce tres imágenes del mismo corte mas una imagen en T2, lo que ayuda a distinguir patología isotrópicas de alteraciones anisotrópicas del tejido circundante.

La interpretación de las imágenes necesita del estudio de las imágenes ante $b=1000$ y del valor que da el mapa de Coeficiente de Difusión Aparente (ADC). Para el ADC, el equipo desarrolla una formula en la que necesita de los valores de $b=0$ y de $b=1000$. Si bien algunos autores dicen que en la rutina clínica no es necesario el ADC⁹, nosotros en cambio, creemos que es muy necesario.

Imágenes que sumadas a las de otros protocolos habituales de Resonancia Magnética Convencional, nos dan el tiempo del suceso y extensión del cuadro. Además de preparar el conocimiento de base para el estudio del lecho capilar por el método de perfusión.

La aplicación más importante de la difusión es la evaluación de la isquemia cerebral. En efecto, la difusión se altera entre 15 a 30 minutos de haber ocurrido un evento isquémico por lo que las imágenes potenciadas en difusión permiten su diagnóstico precoz.

Como se conoce, la neurona carece prácticamente de metabolismo anaeróbico, lo que le confiere una especial fragilidad ante la isquemia. Si bien esta situación ocurre desde los primeros momentos del ictus, no se le observa con otros métodos por debajo de 6 a 8 horas, cuando ya se produce la

ruptura de la barrera hemato-encefálica. En cambio, con la prueba de difusión se le puede apreciar a los 3 minutos y en la mayoría de casos desde los 45 minutos¹⁰. Dos horas después del ictus la sensibilidad exclusiva para la difusión es de 100%⁷.

En el infarto agudo la bomba de sodio y potasio se altera y el agua intracelular aumenta y queda atrapada, con el tiempo se le suma el edema vasogénico (al aumentar el agua extracelular) y notorios cambios

estructurales que lleva a la malasia del parénquima¹¹.

A medida que el infarto se vuelve crónico las imágenes se aprecian como hiperseñal tanto ante $b=1000$, como en el mapa ADC.

Presentamos la utilidad de la difusión con algunos ejemplos de casos que sistemáticamente venimos aplicando como sospechosos de evento isquémico y otros, de apoyo para el diagnóstico diferencial.

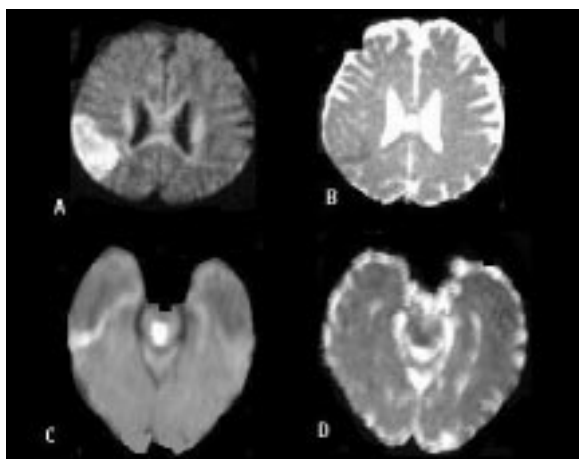
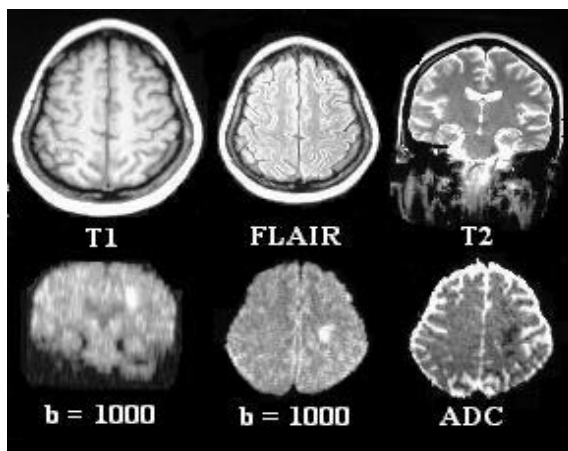


Fig.1: A Imagen potenciada en difusión que muestra infarto de 4 días. **B** Mapa de Coeficiente de Difusión Aparente (CDA) del mismo caso. **C** Infarto reciente en zona medial del mesencéfalo. **D** Hiposeñal en la misma zona, en el CDA.

Fig.2: Tanto en el T1, FLAIR y T2 no hay signos evidentes de un infarto después de 4 horas de ocurrido, que sí se visualiza en la imagen potenciada en difusión tanto en la reconstrucción coronal como en la adquisición axial. Comprobado con el ADC.



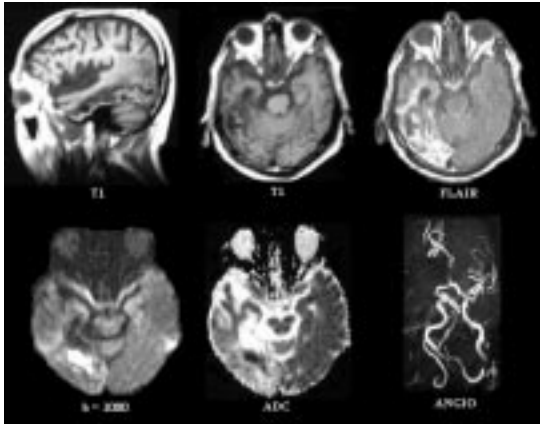


Fig.3: Secuela de infarto antiguo en el lóbulo temporal derecho, con pequeño foco reagudizado según como lo muestra la prueba de difusión y el ADC. Angioresonancia que muestra ausencia de flujo en la arteria cerebral media derecha con fondo de arteriosclerosis.

Fig.4: Área de hiperseñal en FLAIR y T2 a nivel del esplenio lateralizado a la izquierda cuya inusual localización isquémica se comprueba con la imagen potenciada en difusión(b=1000) y mapa de coeficiente aparente de difusión (ADC).

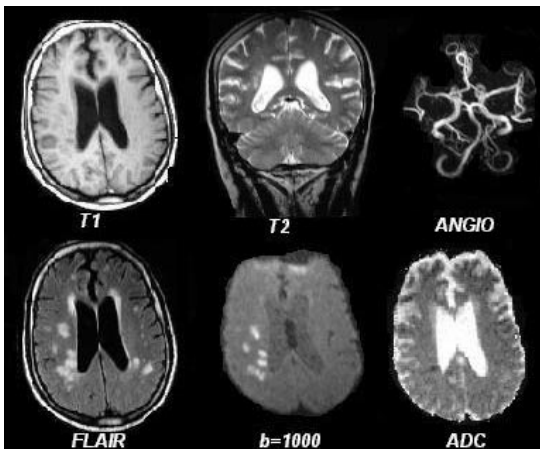
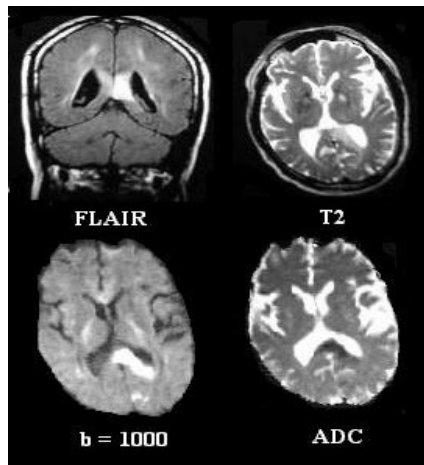


Fig.5: Múltiples infartos lacunares antiguos en el centro oval. Uno reciente adyacente al atrium derecho. La difusión nos permite seguir la evolución del proceso isquémico y de la terapéutica.

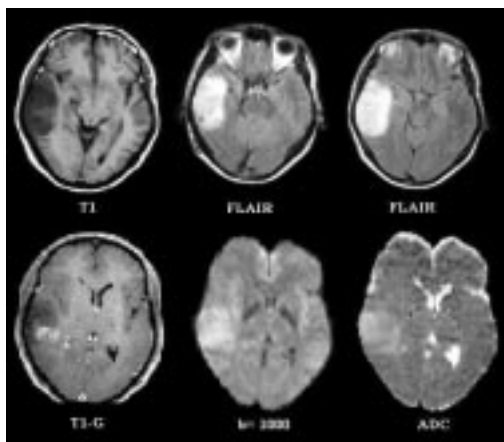


Fig.6: Un glioma de bajo grado en algunas ocasiones merece el diagnóstico diferencial con un evento isquémico. En la prueba de difusión, como en el mapa ADC, dan hiperseñal.

La técnica de difusión mas la de perfusión permite reconocer la zona conocida como penumbra, susceptible de recuperación mediante terapia trombolítica y neuroprotectora.

En la hemorragia cerebral aguda la Resonancia Magnética Convencional también es útil, contra la popular creencia de lo contrario, pero la difusión es aun mucho mas sensitiva, dando señales heterogéneas⁸.

Arbelaez y colaboradores¹² han destacado su utilización en anoxia cerebral difusa y en la evaluación de la isquemia cerebral del recién nacido, que es relativamente difícil de diagnosticar por la diferente señal que da el alto contenido hídrico y el fenómeno de mielinización en curso.

Sirve para la vasculitis y la determinación de la antigüedad de diferentes eventos isquémicos. También ayuda en la rápida identificación de la degeneración walleriana¹³, por compromiso de la vía córtico-espinal observada generalmente como secuela de infarto sobre todo del territorio de la cerebral media, en esclerosis múltiple y en neoplasias.

Castillo y colaboradores⁸ encuentran útil la difusión para diferenciar a un quiste aracnoideo de un tumor epidermoide. Los que dan el mismo tipo de señal en imágenes ponderadas en T1 y T2. El quiste suele contener liquido céfalo-raquídeo (LCR) que da baja señal en difusión. En cambio el epidermoide es masa sólida y da señal levemente mayor al LCR que lo rodea.

Una de las preocupaciones en el diagnóstico diferencial es la separación de un proceso con efecto de masa, captador relativamente de la sustancia paramagnética de contraste (gadolinio) generalmente en anillo. Que puede ser dado por un absceso¹⁴, una neoplasia primaria o secundaria^{15,16}, un granuloma y hasta por una formación parasitaria atípica. La utilidad en el diagnóstico del absceso¹⁷, se basa en que los complejos componentes del absceso que reducen el movimiento browniano del agua de la pus, aumentando la señal en Difusión y disminuyendo en el ADC¹⁸. Los componentes hallados en la parte necrótica de una neoplasia son menos complejas, el líquido es mas seroso que viscoso y generalmente hay otros componentes como secuela de componente hemorrágico

intratumoral, lo que permite cierto movimiento libre de las moléculas hídricas, manifestándose como una baja intensidad de señal en Difusión y alta en ADC. El componente hemorrágico da una significativa susceptibilidad magnética en los otros protocolos de la RM convencional y sobre todo en la Difusión, con lo que contribuye a la menor señal.

La Difusión separa claramente el tumor del tejido normal no edematoso¹⁵ e incluso puede ser útil en la graduación de un glioma¹⁹, evaluando el incremento de la celularidad y por ende el grado de malignidad. Esto se debe

a que el espacio extracelular es menor, por lo que el movimiento del agua está limitado al complejo espacio intracelular lo que se traduce como un bajo valor en el ADC, sobre todo en los tumores cerebrales malignos. Observación cuestionada por otros, ya que se ha observado fenómenos semejantes ante meningiomas⁸.

La Difusión puede servir en la observación de la respuesta favorable o no, del tratamiento antineoplásico¹⁶. Su utilización se está extendiendo a otros campos como a la epilepsia, en especial al estatus²⁰, a la esclerosis múltiple²¹ y a lesión medular, entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gray L, MacFall JR. Overview of diffusion imaging MRI. *Clinical North America* 1998; 6:125-38.
2. LeBihan D, Turner R, Douek P, et al. Diffusion MR imaging: clinical applications. *American Journal of Radiology* 1992; 159:591-9.
3. Gonzalez RG, Schaeffer PW, Buonanno F, et al. Diffusion weighted MR imaging diagnostic accuracy in patients imaged within 6 hours of stroke symptom onset. *Radiology* 1999; 210:155-62.
4. Le Bihan D, Breton E, Lellemann D, et al. MR Imaging of intravoxel Incoherent Motions: Application to Diffusion and Perfusion in Neurologic Disorders. *Radiology* 1986; 161:401-7.
5. Chien D, Kwong KK, Gress DR, et al. MR diffusion imaging of cerebral infarction in humans. *American Journal of Neuroradiology* 1992; 13:1097-102.
6. Warach S, Chien D, Li W, et al. Fast magnetic resonance diffusion weighted imaging of acute human stroke. *Neurology* 1992;42:1717-1723.
7. Castillo M, Mukherji SK. Practical applications of diffusion magnetic resonance imaging in acute cerebral infarction. *Emergency Radiology* 1997; 4:249-54.
8. Castillo M, Mukherji S. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI*. 2000; 21:405-16.
9. Chong J, Lu D, Arago F, et al. Diffusion weighted MR of acute cerebral infarction: Comparison of data processing methods. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998; 19:1733-9.
10. Sorensen GA, Copen WA, Davis TL. Human acute cerebral ischemia: Detection of changes in water diffusion anisotropy by using MR imaging. *Radiology* 1999; 212:785-92.
11. Sevick RJ, Kanda F, Mintorovitch J, et al. Cytotoxic brain edema: Assessment with diffusion weighted MR imaging. *Radiology* 1992; 185:687-90.
12. Arbelaez A, Castillo M, Mukherji SK. Diffusion weighted MR imaging of global cerebral anoxia. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999; 20:999-1007.
13. Castillo M, Mukherji SK. Early abnormalities related to post infarction wallerian

- degeneration: Evaluation with MR diffusion weighted imaging. *Journal Assistance Computed Tomography* 1999; 23:1004-7.
14. Castillo M. Imaging brain abscesses with diffusion-weighted and other sequences *AJNR Am J Neuroradiol* 1999; 20:1193-4.
 15. Eis MT, Hoehn-Berlage M, et al. Quantitative diffusion MR imaging of cerebral tumor and edema. *Acta Neurochir* 1999; 60:344-6.
 16. Chenevert TL, McKeever PE, Ross BD. Monitoring early response of experimental brain tumors to therapy using diffusion magnetic resonance imaging. *Clin Cancer Res* 1997; 3:1457-66.
 17. Kim YJ, Chang KH, Song IC, et al. Brain abscess and necrotic or cystic brain tumor: Discrimination with signal intensity on diffusion weighted MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171:1487-90.
 18. Desprechins B, Stadnik T, Koerts G. Et al. Use of diffusion-weighted MR Imaging in differential diagnosis between intracerebral necrotic tumors and cerebral abscesses. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999; 10:1252-7.
 19. Sugahara T, Korogi Y, Kochi M, et al. Usefulness of diffusion-weighted MRI with echo-planar technique in the evaluation of cellularity in gliomas. *J Magn Res Imaging* 1999; 9:53-60.
 20. Wieshmann UC, Symms MR, Shorvon SD. Diffusion changes in status epilepticus. *Lancet* 1997; 350:493-4.
 21. Horsfield M, Larsson H, Gass A. Diffusion weighted magnetic resonance imaging in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 1997;64 (suppl):80-4.