

IMAGENES POR RESONANCIA MAGNETICA DE HIDROGENO CRITERIOS PARA LA INTERPRETACION DE LA PATOLOGIA NEOPLASICA

L. LEMME PLAGHOS¹, D. NORMAN², T. H. NEWTON²

PALABRAS CLAVES: Resonancia Magnética - Hidrógeno - Neoplasias Intracraneanas

Resumen

Las imágenes por resonancia magnética nuclear son la representación de un fenómeno físico que ocurre a nivel atómico en una sustancia ante la aplicación de un campo magnético y una radiofrecuencia. Por las mismas se pueden visualizar en cortes tomográficos las estructuras del sistema nervioso y analizar sus características, en base a parámetros como los tiempos de relajación T1 y T2.

La manipulación instrumental de las imágenes obtenidas, permite discriminar con gran sensibilidad alteraciones mínimas a nivel tisular. Los principios básicos para la interpretación de las imágenes normales y las variaciones observadas ante la presencia de un tumor son expuestas y discutidas.

Introducción

Las imágenes por resonancia magnética (IRM) se basan en la representación gráfica del comportamiento de los núcleos atómicos de un determinado tejido o sustancia sometidos a un

campo magnético de gran intensidad. Si bien el principio físico de la resonancia magnética nuclear (RMN) es conocido y aplicado en el análisis de sólidos, líquidos y gases desde hace 40 años, las primeras comunicaciones de su utilización en la formación de imágenes de tejidos vivos datan recién de 1976. A partir de ellas, son múltiples los trabajos y publicaciones acerca de las IRM, especialmente en el estudio del sistema nervioso, que ponen en evidencia una relativa superioridad con respecto a las imágenes obtenidas por la tomografía computada de rayos X (TC). Sus ventajas fundamentales son la ausencia de radiación, la capacidad de efectuar cortes multiplanares directos, la mejor diferenciación entre sustancia gris y sustancia blanca así como también la mayor sensibilidad a las alteraciones tisulares (i.e. variaciones mínimas de concentración de agua y sodio).

La interpretación de las imágenes de la patología neoplásica del sistema nervioso es actualmente motivo de estudio, siendo el fin de la presente comunicación detallar los parámetros a tener en cuenta para el estudio de los tumores mediante esta nueva modalidad.

Principios Físicos Básicos

Al someter los átomos de una sustancia determinada a un campo magnético, se produce una

¹ Instituto de Neurocirugía, Hospital de Clínicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

² Sección de Neurorradiología, Universidad de California, San Francisco, EEUU.

alineación de sus núcleos en la dirección del vector del mismo. Esta alineación (o "polarización") no es uniforme, pudiéndose encontrar los núcleos (en nuestro caso es el núcleo de hidrógeno el cual está representado por un solo protón) en un mayor o menor nivel energético, siendo el último el más frecuente.

Si se somete este sistema en equilibrio dinámico a una radiofrecuencia de sentido diferente al vector del campo magnético (o sea que se le "entrega" energía), se produce un pasaje de los núcleos al estado de mayor energía, inestable, con una alineación diferente al vector original. Luego de transcurrido un breve período de tiempo, esta energía "en exceso" es "devuelta" al medio, repolarizándose los núcleos y restableciéndose el equilibrio previo. La energía liberada, característica de cada elemento químico, es pues, el fenómeno físico de "resonancia" (FIG. 1), pudiendo ser detectada como señal mediante una antena y receptor adecuado.

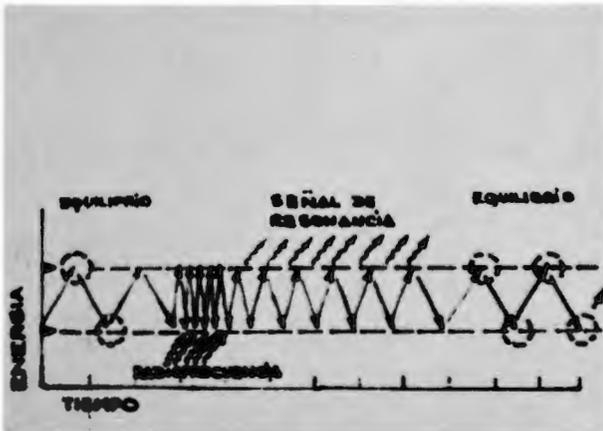


Figura 1: Fenómeno de resonancia magnética por radiofrecuencia aplicada a un sistema sometido a un campo magnético.

diferentes valores, son representadas con diferente intensidad (o brillo).

Hecho similar se observa en el líquido cefalorraquídeo, que al poseer un valor T1 extremadamente prolongado con respecto a las sustancias gris y blanca, es representado con una intensidad infinitamente menor o casi nula (FIG. 3 A).

Un estudio retrospectivo realizado sobre los primeros 150 tumores estudiados por IRM, permitió realizar la observación de que el T1 de

Caracterización y representación del fenómeno de RMN

La liberación o "devolución" de energía al medio presenta dos características fundamentales: 1° el tiempo que transcurre hasta repolarizarse los núcleos en resonancia, denominado tiempo de relajación primero (T1) y 2° el período de tiempo que transcurre hasta agotarse la señal emitida al liberarse la energía al medio, designado como tiempo de relajación segundo (T2).

Utilizando la RMN del hidrógeno, se obtienen diferentes T1 y T2 para cada estructura del sistema nervioso, dependiendo de la concentración de agua presente (por lo tanto de hidrógeno) y del estado de la misma (libre o ligada a la estructura de grandes moléculas) (FIG. 2).

Por manipulación instrumental, se obtienen imágenes que evalúan el T1, en las cuales la sustancia blanca y la sustancia gris que tienen

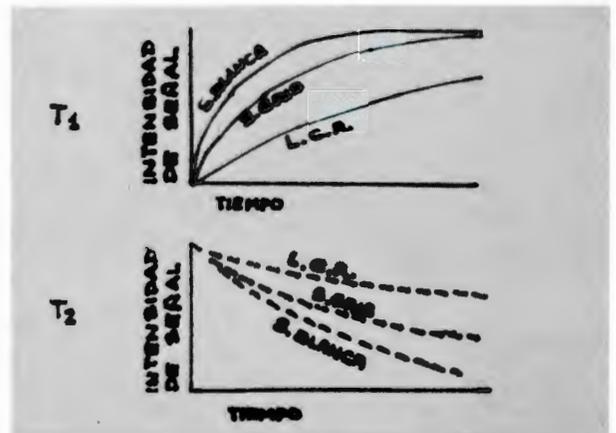


Figura 2: Curvas de T1 y T2 de las sustancias blanca, gris y líquido cefalorraquídeo graficando sus diferentes valores.

los procesos neoplásicos benignos, se encuentra en valores próximos a los del cerebro normal, y que la malignidad de estos procesos se ve acompañada de un alargamiento de este valor, no siendo estas características constantes. Asimismo, dada la disparidad de valores T1 entre los tumores y el líquido cefalorraquídeo, se pudieron identificar sin inconvenientes aquellas lesiones ocupantes de cisternas o espacios subaracnoideos, hecho muy significativo para el diagnóstico de patologías en la base de cráneo y médula espinal.

Sin embargo, en gran número de casos, la observación única de las imágenes que evalúan T1, no ha sido suficiente para el diagnóstico de certeza de la presencia de un tumor, debido a la similitud de algunos valores T1 tumorales con respecto a los del parénquima circundante (FIG. 4 A). Se hace imprescindible pues, el evaluar también las imágenes que representan los T2 y establecer diferenciaciones más exactas.

En las imágenes que evalúan T2, también obtenidas por manipulación instrumental, tanto la sustancia blanca como la gris se presentan de poca intensidad debido a que poseen un T2 corto. No ocurre lo mismo con el líquido cefalorraquídeo que posee un T2 muy largo por lo que representado en la imagen como muy brillante (FIG. 3 B).

El T2 de los tejidos cerebrales normales se ve alargado en tiempo toda vez que aumenta

la concentración de agua en los mismos, como ser en el caso de neoplasias infiltrantes y edema reaccional (FIG. 4 B). Los tumores sólidos en su mayoría y por la misma causa, también poseen T2 prolongados, siendo perfectamente visualizados por la intensidad que presentan en la imagen. Las lesiones quísticas con contenido líquido también se visualizan con gran precisión por los T2 muy prolongados de los contenidos, próximo al del líquido cefalorraquídeo.

La utilización de sustancias de contraste para IRM se encuentra aun en estudio. Su mecanismo de acción se basa en la modificación de los T1 y T2 de tejidos patológicos por las propiedades paramagnéticas de estos agentes. La necesidad de su administración no ha sido aceptada por la gran cantidad de variables que posee la IRM por sí misma.

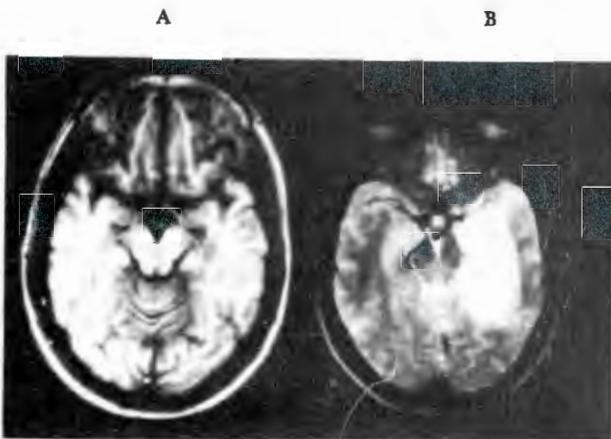


Figura 4 (A): Imagen de glioma temporal izquierdo medido por su T1. (B): Imagen a predominio T2 del mismo caso.

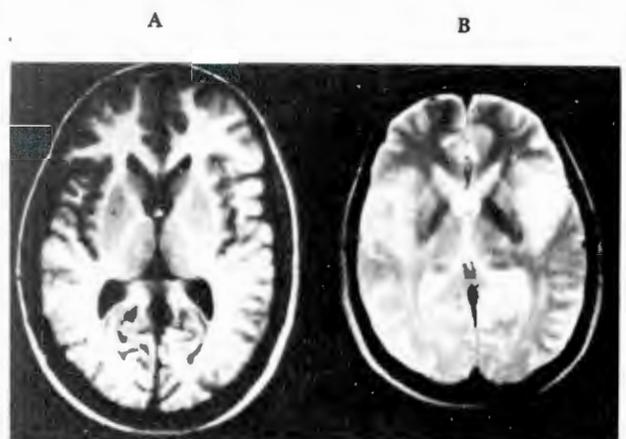


Figura 3 (A): Imagen del encéfalo normal a predominio T1. (B): Imagen de cerebro normal a predominio T2.

Conclusiones

Las IRM poseen gran sensibilidad a las pequeñas alteraciones tisulares y permiten evaluar por diferentes parámetros las patologías y estructuras normales sin la obligatoriedad de la administración de contraste.

Su capacidad para detectar neoplasias sólidas, quísticas y edema diferenciándolos de los tejidos normales la hacen un método diagnóstico ideal para este tipo de lesiones.

BIBLIOGRAFIA

1. Damadian R, Minkhoff L, Goldsmith M, et al: Field focusing nuclear magnetic resonance (FONAR) visualization of tumor in a live animal. *Science* 194:1430-1432, 1976.

2. Hawkes RC, Holland GN, Moore WS, et al: Magnetic Resonance Tomography of the Brain: a preliminary clinical assesment with demonstration of pathology. *J Comp Ass Tomogr* 4: 577-86, 1980.

3. Steiner RE: The Hammersmith clinical experience with NMR. *Clinical Radiology* 34:13-23, 1983.

4. Mills CM, Crooks LE, Kaufman L, et al: Cerebral abnormalities: use of calculated T1 and T2 magnetic resonance images for diagnosis. *Radiology* 150:87-94, 1984.

5. Brant-Zawadzki M, Badami JP, Mills CM, et al: Primary intracranial tumor imaging: a comparison of magnetic resonance and CT. *Radiology* 150: 435-440, 1984.