



Los mapas paramétricos del tiempo de relajación T2 en resonancia magnética

Parametric maps of T2 relaxation time in magnetic resonance

A más de cien años del descubrimiento de los rayos X la obtención de imágenes del interior del cuerpo humano es casi obligada para toda persona que requiera de estudios más allá de los de laboratorio para análisis de sangre u otras muestras.

Poder asomarse al interior del cuerpo humano es fascinante ya que las imágenes que aparecen actualmente en libros, revistas y muchos medios de comunicación, han dado lugar a una gran evolución en los diagnósticos y tratamientos en beneficio de los pacientes y, sobre todo, en la comprensión de los cambios que sufre el cuerpo en aquellas partes en las que el ojo no puede ver de manera directa y simple.

Las diferentes técnicas como radiografías simples, tomografía con rayos X, ultrasonido y tomografía por resonancia magnética se utilizan hoy ampliamente incluso para dar seguimiento a la evolución de la salud de un paciente.

Como sabemos, el hecho de que la obtención de imágenes por resonancia magnética sea una técnica no invasiva disminuye el temor de los pacientes ante el uso de la radiación electromagnética que, en esta técnica, además no es

ionizante. Sin embargo, en muchos casos la imagen por sí misma no proporciona la información suficiente para efectuar algunos diagnósticos.

Gracias a la rapidez con la que las computadoras realizan los cálculos actualmente es posible construir otro tipo de imágenes que se conocen como "mapas". Dichos mapas son resultado de análisis o mediciones indirectas y proporcionan otro tipo de información cuya interpretación ya no es, necesariamente, visual. En el cuerpo humano existe una gran variedad de sustancias que, cuando se encuentran dentro de ciertos intervalos o concentraciones que se consideran "normales", se dice entonces que la persona está sana o bien que dichas concentraciones no son la causa de algún síntoma desagradable.

Durante muchos años se ha trabajado intensamente en establecer tales parámetros para que, cuando uno o más de estos se salga del intervalo establecido, puedan considerarse signos de que algo no anda bien en el organismo. Análogamente, en la actualidad se están construyendo intervalos de valores que provienen de las imágenes por resonancia magnética, aunque tales valores se obtienen después de efectuar ciertos análisis y operaciones matemáticas sobre los

datos de las imágenes; todo esto con el propósito de observar, cuando es posible, cambios que proporcionen pistas o diagnósticos sobre el estado de salud de una región del cuerpo o del cuerpo completo.

Pero, ¿cómo se construyen los mapas de valores? Pues bien, cuando se observa una imagen obtenida mediante los rayos X es posible ver una fractura de un hueso, por ejemplo. Al igual que hacemos con una fotografía convencional, es posible hacer algunas inferencias o diagnósticos que se observan directamente sobre la imagen. Dicha imagen es equivalente a una fotografía convencional en muchos sentidos. En particular, se trata de una imagen que no cambia con el transcurso del tiempo; es decir, de un minuto al siguiente, la imagen permanece prácticamente sin alteración alguna. Por otro lado, cuando se toma una secuencia de imágenes, y el objeto que observamos se encuentra en movimiento, es posible hacer algunas predicciones sobre lo que posiblemente acontecerá algunos segundos más tarde o bien, con un poco más de cuidado podríamos atrevernos a decir cuál era el estado del cuerpo algunos segundos antes de que se iniciara la toma de fotografías consecutivas. Pues bien, mediante la resonancia magnética es posible registrar un conjunto de imágenes que evolucionan en el tiempo, semejante a las imágenes que se toman de una persona cuando camina o hace alguna otra actividad en la que puede cambiar su postura.

Así como en las imágenes estáticas obtenidas por rayos X se analiza la intensidad de los diferentes tonos de negro y blanco, en las imágenes obtenidas por resonancia magnética se pueden hacer observaciones semejantes, analizando las intensidades de las regiones más iluminadas o más oscuras e inferir las diferencias entre un tejido sano y otro con alguna lesión o cambio. Mediante la resonancia magnética es posible obtener imágenes con diferentes intensidades

conforme transcurre el tiempo. En particular, existe una técnica de obtención de imágenes en la que se mide el “tiempo de relajación T2”. Las principales técnicas de obtención de imágenes en resonancia magnética se conocen como T1, T2 y densidad de protones, denominadas de este modo por la forma en la que se obtienen.

Como es cada vez más frecuente el uso de las imágenes obtenidas mediante la resonancia magnética cabe mencionar brevemente en qué consiste la técnica. Como bien sabemos, la Tierra posee un campo magnético que permitió la orientación de los antiguos viajeros por el mundo gracias a la invención de la brújula. Alrededor de cualquier corriente eléctrica se encuentra un campo magnético que desaparece en cuanto la corriente deja de fluir. Los equipos de resonancia magnética utilizan este principio para crear un campo magnético muchas veces mayor que el de la Tierra y es allí donde se introduce al cuerpo humano. Cuando se deja una aguja durante algunos minutos en contacto con un imán la aguja se “imanta” y se comporta como si se tratara de un imán, aunque sólo sea durante un tiempo relativamente corto. Así, dado que el cuerpo humano está compuesto por una gran cantidad de agua y ésta, a su vez, está constituida por oxígeno e hidrógeno, este último se comporta como un pequeño imán cuando está dentro de un campo magnético. Estos átomos de hidrógeno cambian su orientación durante un estudio de resonancia magnética. Los cambios en la orientación de los átomos de hidrógeno son los que dan lugar a la construcción de las imágenes mediante resonancia magnética.

Cuando se obtiene una imagen por resonancia magnética la orientación de los átomos de hidrógeno se encuentra en un estado particular y lo que se registra es una imagen estática de una región del cuerpo. Cada tejido que contiene hidrógeno en el cuerpo humano proporciona una cantidad de información característica del

tejido, razón por la cual es posible distinguirlos, incluso sus fronteras. Si se adquieren varias imágenes de una misma región del cuerpo en el transcurso del tiempo se observará la misma imagen, salvo porque la intensidad de cada una es diferente de las demás. En particular, la intensidad de las imágenes disminuye conforme transcurre el tiempo. Es justamente el análisis de las intensidades el que da lugar a estudios cuantitativos y de allí a los mapas paramétricos. Se les llama paramétricos porque lo que muestran son imágenes con estructura semejante a la anatómica, sólo que en lugar de las intensidades lo que expresan son los valores de los parámetros de interés, en este caso del parámetro T2, que es el que nos interesa.

En el caso de los estudios del cartílago de la rodilla los mapas paramétricos proporcionan información sobre la estructura de los mismos y sobre su estado de salud, lo que no siempre es posible observar solamente con una imagen. Es importante hacer notar que este tipo de estudios es cuantitativo y, en general, independiente del usuario, a diferencia de la observación directa de las imágenes estáticas que es cualitativa en la mayoría de las ocasiones y, por tratarse de inspecciones visuales, es subjetiva (más no por ello inútil).

Las diferentes fábricas de equipos de resonancia magnética tienen programas que permiten construir los mapas paramétricos de los tiempos de relajación T2. Dichos mapas se pueden mostrar como los mapas geográficos, en colores, donde cada color representa a un intervalo de valores de tiempo de relajación T2. La mayor parte de los esfuerzos se ha enfocado en el análisis de los cartílagos y, en particular, en la articulación de la rodilla debido a que tarde o temprano todo mundo sufre de dolores articulares.

Pero los mapas de tiempo de relajación T2 no se han construido sólo para el cartílago de la rodilla,

en el Hospital Ángeles Lomas la directora, Dra. Elizabeth Castro Milla, ha fomentado este tipo de estudios, así como el Instituto Mexicano de Neurociencias que se encuentra en el mismo hospital donde, actualmente, se está ampliando el uso de la técnica en análisis de algunos males del cerebro, en particular sobre la depresión y la demencia, males que afectan a gran cantidad de individuos en todo el mundo y que provocan fuertes costos económicos y de recursos humanos. En las Figuras 1 a 4 se muestran dos casos de los estudios mencionados. Son parte de estudios de investigación que se desarrollan con un equipo de resonancia magnética cuya intensidad de campo es de 3 teslas (3 T) utilizando una antena de 32 canales. Los colores superpuestos sobre las imágenes anatómicas corresponden a mapas paramétricos de la medición del tiempo de relajación T2.

Es importante mencionar que, aunque la técnica para la construcción de los mapas para analizar los cartílagos es la misma que para la de los mapas paramétricos del cerebro, hay

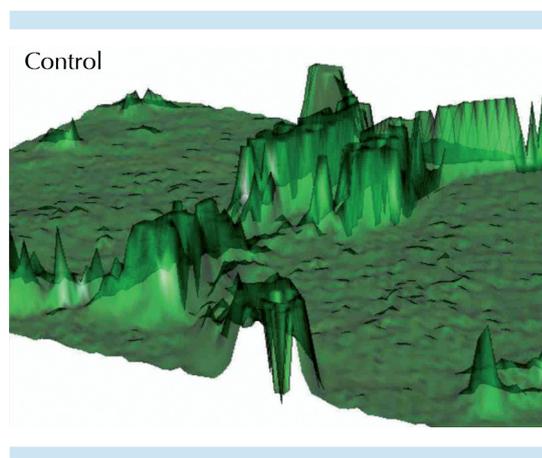


Figura 1. Nótese la diferencia en el aspecto “accidentado” de la imagen de un paciente sin depresión y la imagen menos “accidentada” de uno con depresión severa. Las principales regiones que se ven afectadas durante la depresión son el putamen, la cabeza del núcleo caudado y el tálamo.

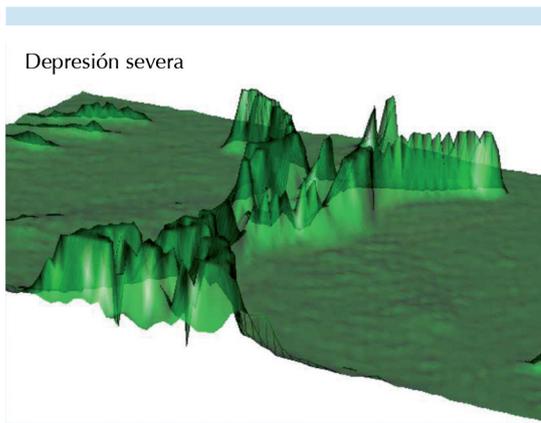


Figura 2. Depresión severa.

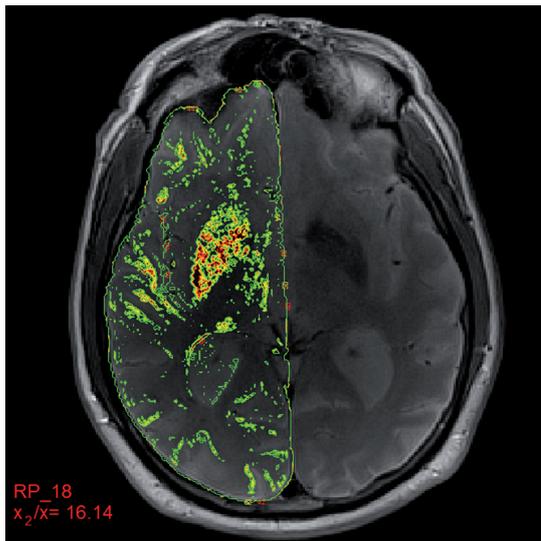


Figura 3. Paciente con demencia diagnosticada clínicamente.

diferencias técnicas importantes que se deben tomar en cuenta a la hora de registrar las imágenes. Como puede notarse, aún hay mucho por aprender y estudiar. Se requiere de mucho trabajo y tiempo para comprender a fondo los,

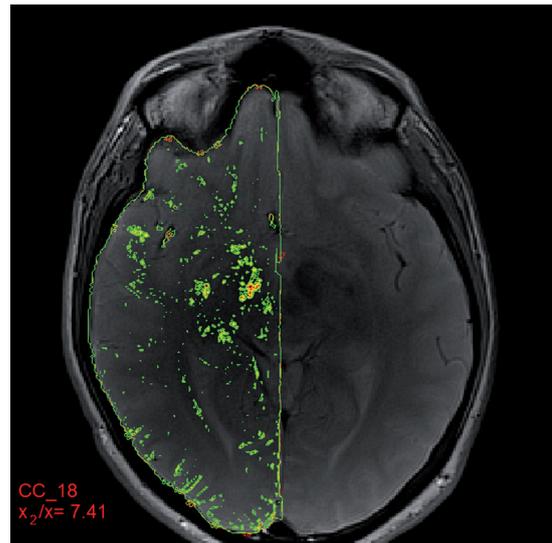


Figura 4. Control.

hasta ahora, misteriosos procesos que se desarrollan en el cerebro.

También cabe mencionar que se trata de investigaciones completamente originales, que hasta ahora no se sabía de algo semejante y que, como todo lo nuevo, está en evolución continua gracias a las facilidades que prestan hospitales como el mencionado más arriba y a la disposición de personas como la directora, la Dra. Elizabeth Castro Milla, que invierten en investigaciones como éstas.

Queda para el futuro que los jóvenes físicos médicos, médicos radiólogos y profesionales asociados en radiología e imagen, estudien e investiguen estas nuevas técnicas cuantitativas que serán lo cotidiano para ese entonces.

Marcelo Francisco Lugo-Licona
Físico Médico en el Hospital Ángeles Lomas