

Resonancia magnética de alta definición de lesiones intracraneales de la línea media: estudio descriptivo de nueve casos

High-resolution magnetic resonance imaging of midline intracranial lesions: a descriptive study of nine cases

Jorge A. Delgado-de Bedout MD¹, Natasha Mejía-García MD²,
Simón J. Rascovsky-Ramírez MSc³, Jorge M. Vélez-Arango MD⁴, Víctor D. Calvo-Betancur MSc⁵

Introducción: La técnica secuencia gradiente de eco tridimensional de campo rápido equilibrado en estado estacionario (3D b-FFE T2) permite visualizar la anatomía cerebral con mayor detalle que las secuencias convencionales para el estudio de la hidrocefalia, la afectación del III y IV ventrículo, el acueducto cerebral y otras estructuras de la línea media. **Objetivo:** Describir los hallazgos imaginológicos por resonancia magnética de la anatomía y algunas lesiones intracraneales de la línea media, utilizando secuencias 3D b-FFE T2. **Materiales y métodos:** Se desarrolló un estudio descriptivo de series de casos de nueve individuos de diferentes edades de la ciudad de Medellín, Colombia, en los que se evaluaron alteraciones de la línea media utilizando la técnica 3D b-FFE T2 durante el 2014. **Resultados:** Se seleccionaron cuatro casos con análisis del III ventrículo, el acueducto, las cisternas basales y sus contenidos por las secuencias convencionales de espín eco o turbo espín eco T1 y T2, y la técnica 3D b-FFE T2. Además, se incluyeron tres casos de hidrocefalia obstructiva, un caso con ventriculostomía, uno con hidrocefalia comunicante y dos con malformaciones vasculares cerebrales evaluados con la técnica 3D b-FFE T2. En todos los casos la secuencia 3D b-FFE T2 mostró en detalle las estructuras y lesiones de la línea media. **Conclusiones:** La secuencia 3D b-FFE T2 es de utilidad en el planeamiento quirúrgico y en el seguimiento de la neuroendoscopia o de la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo. Además, permite visualizar las estructuras y lesiones de la línea media con gran detalle.

Palabras clave: espectroscopía de resonancia magnética, neuroendoscopia, ventriculostomía, tercer ventrículo, hidrocefalia.

Introduction: The three-dimensional balanced fast field echo (3D b-FFE T2) technique provides the visualization of cerebral anatomy with more detail than conventional techniques for the study of hydrocephalus, III and IV ventricular pathology, cerebral aqueduct and other midline brain structures. **Objective:** To describe imaginological findings by magnetic resonance of anatomy and some intracranial lesions of midline using 3D b-FFE T2 sequences. **Materials and methods:** A descriptive case series was developed on nine individuals of different age groups from Medellín, Colombia, in which the midline pathology was evaluated through the 3D b-FFE T2 technique during 2014. **Results:** Four patients

¹ Médico Neurorradiólogo, Departamento de Radiología S.A, Clínica SOMA. Medellín, Colombia. e-mail: investigacion@iatm.com.co

² Médico cirujano, Coomeva Entidad Promotora de Salud S.A. Medellín, Colombia.

³ Médico cirujano, Radiólogo, MSc en Ingeniería Biomédica-Imágenes diagnósticas. Director de Tecnología, eDx Tecnología en Salud S.A.S. Bogotá D.C., Colombia.

⁴ Médico cirujano, Radiólogo. Coordinador Médico, Grupo de Investigación Instituto de Alta Tecnología Médica. Medellín, Colombia.

⁵ Gerente de Sistemas de Información en Salud, MSc en Epidemiología. Investigador de proyectos, Grupo de Investigación Instituto de Alta Tecnología Médica. Medellín, Colombia.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen conflicto de intereses
Medicina & Laboratorio 2014; 20: 543-554

Módulo 19 (Investigación), número 28. Editora Médica Colombiana S.A. 2014[©]

Recibido el 29 de noviembre de 2014; aceptado el 12 de diciembre de 2014

with analysis by conventional T1 and T2 spin echo or turbo spin echo and 3D b-FFE T2 techniques of the III ventricle, cerebral aqueduct, basal cisterns and their content were selected. In addition, three cases of obstructive hydrocephalus, a case with ventriculostomy, one with communicating hydrocephalus and two cases of cerebral vascular malformations evaluated with 3D b-FFE T2 technique were included. In all cases, the 3D b-FFE T2 sequence showed in details the structures and intracranial lesions of the midline. **Conclusions:** The 3D b-FFE T2 sequence is useful to preoperative planning and follow-up of the neuroendoscopic procedures or endoscopic ventriculostomy of the third ventricle. In addition, it permits to visualize the structures and lesions of midline with detail.

Keywords: magnetic resonance spectroscopy, neuroendoscopy, ventriculostomy, third ventricle, hydrocephalus.

Delgado-de Bedout JA, Mejía-García N, Rascovsky-Ramírez SJ, Vélez-Arango JM, Calvo-Betancur VD. Resonancia magnética de alta definición de lesiones intracraneales de la línea media: estudio descriptivo de nueve casos. *Medicina & Laboratorio* 2014; 20: 543-554.

La resonancia magnética cerebral se ha caracterizado desde sus comienzos por la visualización sin precedentes de las estructuras anatómicas de la línea media cerebral, como son la hipófisis, el hipotálamo, la glándula pineal y el tallo cerebral[1]; sin embargo, en muchas ocasiones se requiere de una finísima imagen, idealmente tridimensional, de algunas microestructuras vasculares, cerebrales y de las cisternas de la base del cráneo, especialmente para la planeación de los procedimientos endoscópicos cerebrales como la neuroendoscopia y la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo (ETV, del inglés *Endoscopic Third Ventriculostomy*) [2-4]. La resonancia magnética ha implementado diferentes secuencias de pulso (secuencia espín eco y secuencia gradiente de eco), cada una de ellas correspondiente a una combinación distinta entre cambios en el gradiente magnético, varios tipos de pulsos de radiofrecuencia (90° o 180°), de tiempos de eco (intervalo de tiempo entre la aplicación del pulso y la obtención de la señal de resonancia magnética o eco) y de tiempos de repetición (intervalo de tiempo entre pulsos sucesivos), para obtener imágenes con mejor contraste entre los diversos tejidos. Actualmente, se encuentran disponibles múltiples variantes de estas secuencias, las cuales pueden ser bidimensionales (2D), con una sección adquirida a la vez, o tridimensionales (3D), con un volumen de múltiples secciones obtenidas en una sola adquisición [5].

La técnica secuencia gradiente de eco tridimensional de campo rápido equilibrado en estado estacionario (3D b-FFE T2, del inglés *3D balanced fast field echo T2*) es una variante de las secuencias de precesión libre en estado estacionario (SSFP, del inglés *steady-state free precession*) [6,7], que desde su introducción ha ido ganando popularidad debido a la alta resolución espacial que brinda [8]. Este tipo de secuencias utilizan un tiempo de repetición muy corto y gradientes con un equilibrio completo en las tres direcciones del espacio (x, y, z) y producen imágenes de alta resolución, con una alta relación señal-ruido y una alta relación contraste-ruido, que resaltan la señal del líquido cefalorraquídeo (LCR) [6,7], lo que permite la adecuada visualización de estructuras anatómicas cerebrales como los nervios craneales, los vasos sanguíneos pequeños, el cerebelo y el tallo cerebral [9-14].

El contraste de las secuencias 3D b-FFE T2 depende de la alta relación tiempo de relajación transversal (T2)/ tiempo de relajación longitudinal (T1), lo que permite que la grasa y los líquidos presenten una señal de alta intensidad [6,7,15] y, en consecuencia, se puedan diferenciar las estructuras y tejidos que se encuentran circundantes o en el interior de un compartimento líquido, como las cisternas de la base del cráneo [7, 16]. La ventrículo-cisternografía por resonancia magnética utilizando la técnica 3D b-FFE T2 ha demostrado un mayor contraste-ruido,

que permite visualizar las estructuras neurovasculares en el ángulo pontocerebeloso con mayor definición [11, 14]. El objetivo del presente estudio fue describir los hallazgos imaginológicos por resonancia magnética de la anatomía de la línea media utilizando secuencias 3D b-FFE T2 y la caracterización de diferentes lesiones intracraneales en esta localización.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional descriptivo de series de casos en nueve individuos de diferentes edades, elegidos mediante muestreo por conveniencia a partir de las imágenes de estructuras cerebrales con alteraciones de la línea media obtenidas por resonancia magnética, utilizando las técnicas espín eco o turbo espín eco T1 y T2, y la técnica 3D b-FFE T2, en el Instituto de Alta Tecnología Médica de Medellín, Colombia, durante el año 2014.

Las imágenes fueron obtenidas en un resonador de 32 canales Achieva de 1,5 Tesla (Philips Healthcare, Best, Holanda), cuyos parámetros de adquisición con las secuencias convencionales T1 y T2 y de la secuencia 3D b-FFE T2 se describen en la [tabla 1](#).

Tabla 1. Parámetros de adquisición de las imágenes por resonancia magnética

Resonador de 1,5 tesla	T1 sagital	T2 sagital	3D b-FFE T2 sagital
Volumetría 3D	No	No	Si
Capacidad multiplanar	No	No	Si, puede ser isotrópica
Duración de la secuencia (minutos)	2,53	2,41	3 a 6
Campo de visión (mm)	180 x 150	220 x 175	160 x 160
Tamaño del Voxel (mm)	0,9 x 1,3 x 2,5	0,86 x 1,08 x 2,00	0,4 x 0,4 x 0,5
Secuencia contrastada (Gadolinium)	En ocasiones	No	No

La información de los registros clínicos recopilados en el RIS (del inglés *Radiology Information System*) y el PACS (del inglés *Picture Archiving and Communication System*) fue obtenida después de la revisión, aprobación y autorización para la realización de este estudio por parte del comité de ética del Instituto de Alta Tecnología Médica (IATM). Esta investigación se clasificó de acuerdo con la declaración internacional de Helsinki, el Informe Belmont y la Resolución colombiana 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social como una investigación sin riesgos biológicos, fisiológicos, psicológicos y sociales. Además, se tuvo en cuenta la Resolución colombiana 1995 de 1999 por la cual se establecen las normas para el manejo de la historia clínica.

Resultados

Se revisaron 220 registros clínicos, de los cuales se seleccionaron inicialmente 32 pacientes. A partir de la información revisada se eligieron nueve pacientes de diferentes grupos de edad (infantil, adultos y adulto mayor), de la ciudad de Medellín, que contaban con las imágenes por resonancia magnética utilizando las técnicas espín eco o turbo espín eco T1 y T2, y la técnica 3D b-FFE T2 para el estudio de hidrocefalia, la afectación del III y IV ventrículo, del acueducto y otras alteraciones intracraneales de la línea media, en el Instituto de Alta Tecnología Médica, durante el 2014.

Análisis del III ventrículo, el acueducto, las cisternas basales y su contenido

Se seleccionaron dos casos que contaban con el análisis del III ventrículo, el acueducto, las cisternas basales y su contenido mediante los cortes convencionales de alta definición en espín eco o turbo espín eco T1 y T2 (ver figuras 1 y 2) y con la secuencia tridimensional de alta resolución 3D b-FFE T2 (ver figuras 3 y 4).

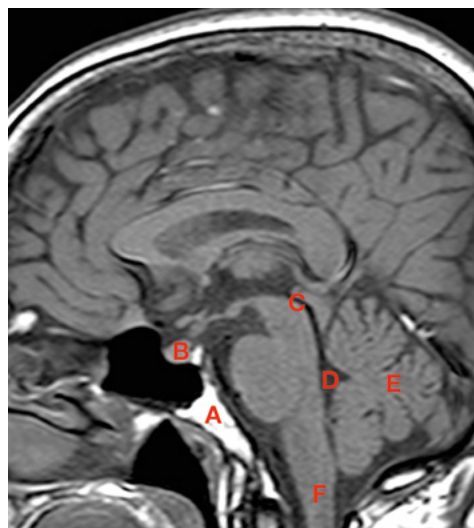


Figura 1. Imagen cerebral sagital en turbo espín eco T1 de un hombre de 60 años sin hallazgos patológicos (caso 1). El detalle general de la base del cráneo, la medula ósea (A), la hipófisis (B), el acueducto (C), el IV ventrículo (D), el vermis (E) y la unión craneocervical (F) es evidente; sin embargo, esta técnica se realiza corte a corte dejando espacios ciegos entre las estructuras, sin la capacidad de realizar reconstrucciones multiplanares. Además, no es ideal para guiar los procedimientos endoscópicos ni brinda el detalle requerido para la visualización de microestructuras normales o patológicas localizadas en los ventrículos, las cisternas o el acueducto.



Figura 2. Imagen cerebral sagital turbo espín eco T2 del caso 1 (ver figura 1). El contraste T2 ayuda a visualizar las cisternas (C), el acueducto (A) y la región pineal (P); sin embargo, al ser una técnica 2D presenta un menor detalle anatómico respecto a la secuencia 3D b-FFE T2.

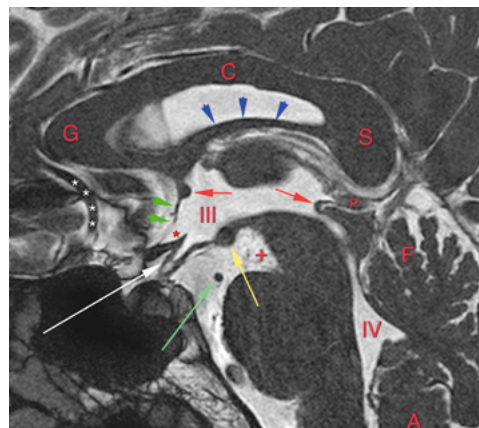


Figura 3. Imagen cerebral sagital de alta resolución 3D b-FFE T2 de una mujer de 46 años sin hallazgos patológicos (caso 2). Esta técnica es superior a la T2 convencional, teniendo en cuenta el gran detalle anatómico entregado y la adquisición tridimensional. *(blanco): arteria cerebral anterior. G: genu. C: cuerpo (o tronco). S: esplenio. Flechas azules: fórnix. Flechas verdes cortas: lámina terminal. Flechas rojas: comisuras. Flecha verde larga: punta de la arteria basilar. Flecha blanca: infundíbulo. Flecha amarilla: cuerpos mamilares. III: III ventrículo (el piso del III ventrículo se define claramente entre el infundíbulo y los cuerpos mamilares). *(rojo): receso quiasmático. P: pineal. +: cisterna interpeduncular. F: folia. IV: IV ventrículo. A: amígdala.

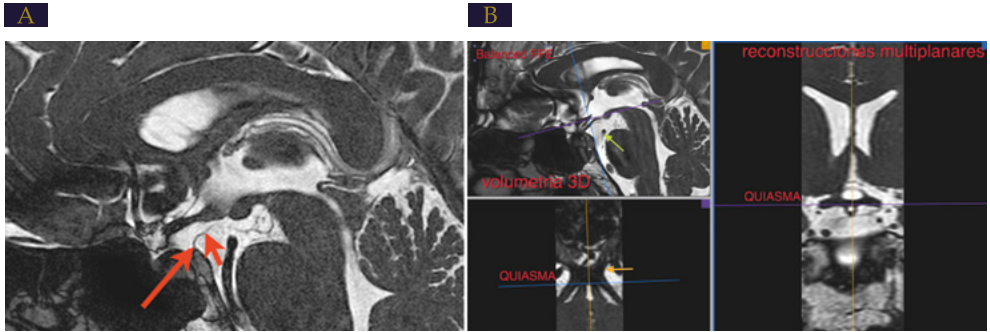


Figura 4. Imagen cerebral sagital 3D b-FFE T2 del caso 2 (ver figura 3). El plano del corte se seleccionó sin artificios mayores. Las reconstrucciones multiplanares (axial, coronal y sagital, en B) permiten al cirujano evaluar estructuras tan pequeñas como la membrana de Liliquist (flechas rojas, en A) y su relación con la arteria basilar (flecha verde, en B) y los pares craneales de la región (flecha naranja, en B). Esta técnica es ideal para la neuronavegación por neuroendoscopia y los planes terapéuticos mediante ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo, entre otros procedimientos.

Casos de hidrocefalia

Se seleccionaron cuatro casos de hidrocefalia obstructiva (ver figuras 5-8), uno de ellos con tratamiento mediante ventriculostomía (ver figura 8), y un caso con hidrocefalia comunicante (ver figura 9), a los cuales se les aplicó la resonancia magnética con la técnica 3D b-FFE T2. A continuación se revisan los principales hallazgos.

■ Hidrocefalia obstructiva

En los casos de hidrocefalia obstructiva las imágenes volumétricas de 3D b-FFE T2 presentaron un alto valor diagnóstico, permitiendo diferenciar las causas congénitas (ver figura 5), inflamatorias (ver figura 6) o tumorales (ver figura 7) de la oclusión acueducta.

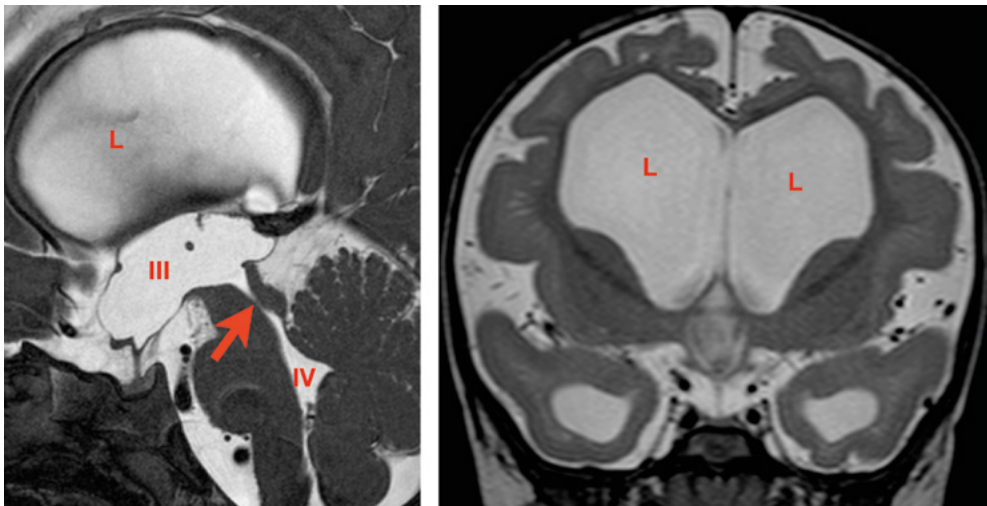


Figura 5. Estenosis congénita del acueducto de Silvio en paciente masculino de cuatro meses de edad (caso 3). Al paciente con hidrocefalia obstructiva se le identificó mediante la imagen 3D b-FFE T2 una estenosis acueductal que da la apariencia de embudo al acueducto (flecha roja). Observe la marcada dilatación del III ventrículo (III) y los ventrículos laterales (L), y la amplitud normal del IV ventrículo (IV).



Figura 6. Estenosis acueductal adquirida en mujer de 35 años con antecedente de trauma de cráneo, que consulta tres meses más tarde por cefalea intensa refractaria al tratamiento (caso 4). Se identificó en la imagen 3D b-FFE T2 sinequia o septo hacia el tercio distal del acueducto (flecha roja), el cual no fue visualizado en las secuencias convencionales. Se observa marcada dilatación de los ventrículos laterales (L) y los ventrículos III y IV.

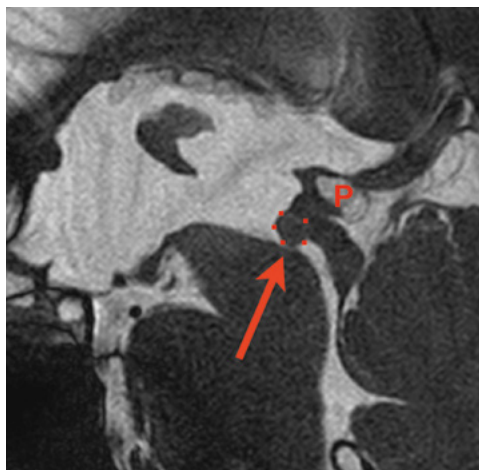


Figura 7. Glioma tectal en paciente masculino de 33 años con hidrocefalia en estudio (caso 5). En la imagen 3D b-FFE T2 se observa una pequeña lesión tumoral nodular de 4 mm en el tercio proximal del tectum (flecha roja), que genera hidrocefalia obstructiva por astrocitoma. Obsérvese la presencia incidental de un quiste pineal (P).

En un paciente con hidrocefalia obstructiva, la secuencia 3D b-FFE T2 permitió observar el defecto en el piso del III ventrículo y definió con detalle las referencias anatómicas cerebrales necesarias para la planeación adecuada del abordaje de la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo (ver figura 8). Para realizar este procedimiento es necesario conocer la posición de la arteria basilar en la cisterna interpeduncular en relación con el piso del III ventrículo, el tamaño ventricular y otros detalles de las microestructuras de la línea media (ver figura 8 A-C). Después de realizado el procedimiento se pudo apreciar el III ventrículo comunicado con la cisterna interpeduncular y la posición de la arteria basilar y sus ramas (ver figura 8 D).

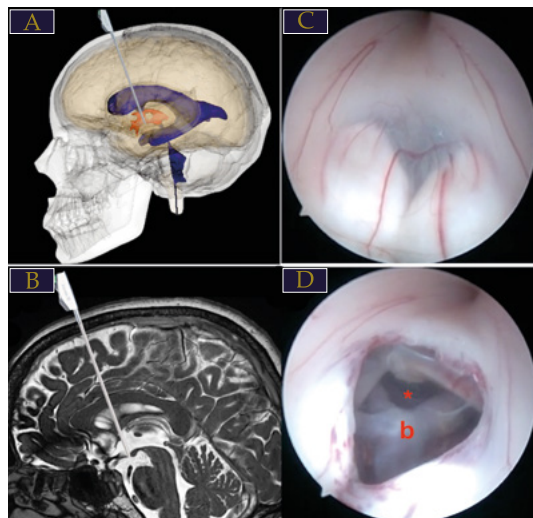


Figura 8. Ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo para el tratamiento de la hidrocefalia obstructiva (caso 6). Diagrama de las referencias anatómicas (A) y secuencia 3D b-FFE T2 (B) para determinar la vía de abordaje de la ventriculostomía. C y D. Vista del piso del III ventrículo antes (C) y después (D) de una exitosa ventriculostomía endoscópica. Después del procedimiento (D) el III ventrículo se encuentra comunicado con la cisterna interpeduncular (* rojo) y es posible observar en el fondo de la imagen endoscópica la arteria basilar y sus ramas (b). Cortesía del Doctor Salomón Flórez Jiménez. Medellín, Colombia.

■ Hidrocefalia comunicante

La secuencia 3D b-FFE T2 demostró claramente la comunicación entre los ventrículos en un paciente con hidrocefalia comunicante sin signos obstructivos intraventriculares (ver [figura 9A](#)), debido al mantenimiento del flujo del líquido cefalorraquídeo entre los ventrículos que permanecen abiertos. El hiperflujo del líquido cefalorraquídeo a través del acueducto cerebral se confirmó por la técnica de cine de contraste de fase (ver [figura 9B](#)).

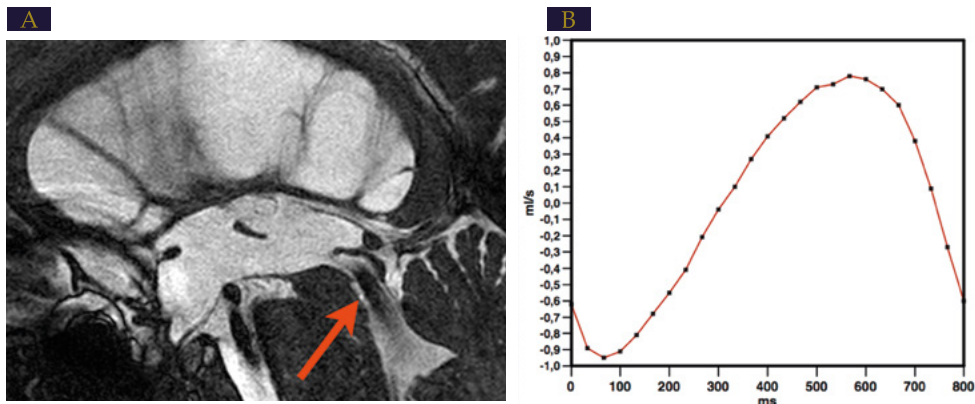


Figura 9. Hidrocefalia comunicante en una mujer adulta (caso 7). **A.** Imagen 3D b-FFE T2 en la que se observa claramente el artificio de flujo (pérdida de señal) en el acueducto de Silvio (flecha roja), debido a la hiperdinamia del líquido cefalorraquídeo, sin signos obstructivos intraventriculares. **B.** Técnica de cine de contraste de fase realizada sobre el acueducto de Silvio que confirma el hiperflujo del líquido cefalorraquídeo a través del acueducto. La abscisa representa el tiempo del ciclo cardíaco (milisegundos) y la ordenada representa el flujo de líquido cefalorraquídeo en el acueducto de Silvio (mL/s).

Casos con malformaciones vasculares cerebrales

Se incluyeron dos casos de malformaciones vasculares cerebrales (ver [figuras 10 y 11](#)), en los que la resonancia magnética 3D b-FFE T2 proporcionó información útil respecto a la localización y topografía de la malformación vascular, la presencia o ausencia de hemorragia aguda, subaguda o crónica, y los cambios parenquimatosos asociados. En ambos casos la secuencia 3D b-FFE T2 permitió observar con fino detalle la extensión y el compromiso que la lesión podía causarle a las estructuras vecinas (ver [figuras 10 y 11](#)).



Figura 10. Imagen cerebral en 3D b-FFE T2 de un hombre de 74 años con historia familiar y personal de cavernomas cerebrales múltiples (caso 8), en la que se identifica una lesión de comportamiento benigno con depósitos de hemosiderina en diferentes estadios de evolución. Obsérvese el cavernoma pedunculado (flecha roja) que se proyecta hacia el IV ventrículo (IV), generando obstrucción del sistema ventricular.



Figura 11. Imagen cerebral en 3D b-FFE T2 de paciente femenino de cuatro meses de edad con diagnóstico prenatal por Doppler de malformación de la vena de Galeno (caso 9), en la que se observa gran dilatación aneurismática en topografía de la vena de Galeno (flecha roja) y su relación con las demás estructuras vasculares. G: aneurisma de vena de Galeno. R: seno recto. b: seno basilar.

Discusión

La resonancia magnética permite definir con precisión la anatomía de las estructuras cerebrales de la línea media y su microestructura, y delinear las masas o quistes intraventriculares, indicando su sitio de origen y extensión, por lo que se considera de gran utilidad para la planeación prequirúrgica de una biopsia, resección de masas o descompresión neurovascular [12,17]. Esta herramienta, gracias a su capacidad multiplanar, es ideal para la planificación y evaluación de la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo para el tratamiento de la hidrocefalia, ayudando a predecir los resultados intraoperatorios y determinar el curso clínico de los pacientes [2, 4, 18, 19]. Para confirmar la efectividad de la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo se recomienda obtener una resonancia magnética de control en un lapso de dos meses después de realizado el procedimiento, en la cual se debe observar una disminución del tamaño ventricular, la resolución del edema transependimario y una fenestración amplia del piso del tercer ventrículo [2].

La secuencia 3D b-FFE T2 es una variante de las secuencias de precesión libre en estado estacionario que permite obtener imágenes de forma rápida y con alto contraste entre los tejidos que presentan valores diferentes de la relación de los tiempos de relajación T2/T1, como la sangre y el músculo, la grasa y el músculo o los compartimentos líquidos y los tejidos circundantes, siendo esta relación más alta en los primeros que en los segundos [5-7, 15]. Además, presenta un excelente contraste entre el líquido cefalorraquídeo y los nervios craneales, y una alta resolución espacial, lo que permite obtener una mejor visualización de los segmentos cisternales e intraforaminales, principalmente de los complejos nerviosos del cuarto, noveno, décimo y undécimo par respecto a otras secuencias [10, 12, 20, 21]. De igual modo, la secuencia 3D b-FFE T2 ayuda a discriminar los nervios craneales de los vasos adyacentes [12, 14, 20], determinar los cursos cisternales de los nervios craneales [10, 21] y su trayecto en el agujero yugular [10]; además, facilita el diagnóstico de las hipoplasias y las agenesias aisladas y combinadas de diferentes pares craneales [16]. También se ha demostrado su utilidad para evaluar los desplazamientos o las compresiones de los pares craneales por quistes, tumores, infecciones (p. ej. la neuronitis viral) o alteraciones vasculares [12, 14, 16]. Debido a la alta relación T1/T2 que resalta el líquido cefalorraquídeo y la eficiencia de la relación de la señal-ruido de la secuencia 3D b-FFE T2 [6, 7, 15], ha demostrado ser de gran utilidad para la realización de

la cisternografía sin contraste intratecal [13, 14, 21, 22] y para la evaluación de las lesiones del ángulo pontocerebeloso [11, 14], la rinoliquia y los quistes epidermoides [22].

La técnica 3D b-FFE T2 se ha utilizado para el diagnóstico y la planificación quirúrgica de afectaciones de los pares craneales en su trayecto cisternal causadas por quistes aracnoideos, tumores intracraneales malignos (p. ej. el meduloblastoma) [16] o tumores benignos de los nervios craneales (p. ej. el neuroma acústico) [9] y de las alteraciones vasculares cerebrales como el aneurisma cerebral no roto [20], demostrando una alta correlación entre los hallazgos radiológicos y quirúrgicos. Las imágenes tridimensionales obtenidas con la 3D b-FFE T2 permiten una visualización de manera precisa de todas las estructuras anatómicas relevantes en el área del III ventrículo, lo que permite establecer el diagnóstico de lesiones que comprometen el III ventrículo, como la hidrocefalia obstructiva, con una alta correlación con los hallazgos intraoperatorios [2]. Así mismo, esta secuencia brinda una mejor definición de las lesiones quísticas intraventriculares que podrían confundirse con un ventrículo dilatado por otros métodos [8]. En los pacientes pediátricos la secuencia 3D b-FFE T2 se ha utilizado fuera de la región craneana para el estudio del canal espinal, la médula espinal, el filum terminal y las raíces nerviosas para diferenciar entre un compromiso tumoral primario y uno metastásico. Además, ayuda a obtener detalle de los quistes aracnoideos y de los quistes dermoides y epidermoides localizados en el cerebro y la columna vertebral [23].

En comparación con las secuencias convencionales T1 y T2, la técnica 3D b-FFE T2 ha demostrado ser superior en mostrar los contornos y los componentes cisternales del mesencéfalo, así como las obstrucciones localizadas en el acueducto y en los otros agujeros interventriculares [24]. A pesar de los beneficios descritos, la secuencia 3D b-FFE T2, al igual que otras secuencias gradiente de eco, presenta como desventaja una alta sensibilidad a la susceptibilidad magnética debido a la falta de homogeneidad del campo magnético, que puede causar artefactos o pérdida de la señal (bandas oscuras) en las imágenes a nivel de las interfaces de dos entidades con diferente susceptibilidad magnética como el tejido y el aire [5]. Estos artefactos se pueden observar en los pacientes con cirugías odontológicas o cirugías de otro tipo que contengan materiales ferromagnéticos y que se encuentren cerca de la anatomía estudiada [25, 26]. En estos casos las imágenes convencionales de turbo espín eco T1 y T2 pueden ser una mejor estrategia diagnóstica.

En el presente estudio se caracterizaron y exploraron los hallazgos de nueve casos clínicos usando la secuencia 3D b-FFE T2 en resonancia magnética, que demostraron que esta técnica proporciona imágenes con gran detalle anatómico de las estructuras de la línea media como el III ventrículo, el acueducto y las cisternas basales permitiendo establecer el diagnóstico de alteraciones en esta localización como la hidrocefalia y las malformaciones vasculares cerebrales; ayudando a la adecuada planeación y desarrollo de la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo para el tratamiento de la hidrocefalia. Sin embargo, la información de este estudio se obtuvo de manera retrospectiva mediante un sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes que no contaban con la información sociodemográfica y clínica del paciente en algunos de los casos; el tamaño de la muestra no permitió realizar un análisis estadístico comparativo entre la secuencia 3D b-FFE T2 y las secuencias convencionales de T1 y T2; y, al ser un estudio descriptivo, no contó con un grupo de comparación de los casos.

Conclusiones

Los avances en resonancia magnética han permitido adquirir en tiempos cortos imágenes tridimensionales submilimétricas, las cuales son de gran utilidad para la visualización de detalles no logrados con las secuencias convencionales de T1 y T2 [8]. La secuencia 3D b-FFE T2 descrita en el presente estudio permitió obtener imágenes con detalle de los contornos de las estructuras y lesiones intracraneales de la línea media. Además, las imágenes obtenidas con esta técnica se pudieron reconstruir en múltiples planos, lo que permite al cirujano obtener una ventrículo-cisternografía por resonancia magnética sin contraste intratecal de utilidad en el planeamiento prequirúrgico y en el seguimiento de la neuroendoscopia o de la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo. Estos procedimientos son cada día usados con mayor frecuencia para el tratamiento de la hidrocefalia obstructiva y para el diagnóstico y tratamiento de otras alteraciones intracraneales [2].

Agradecimientos

El financiamiento para esta investigación fue proporcionado por la Fundación Instituto de Alta Tecnología Médica, Medellín, Colombia.

Bibliografía

1. **Atlas SW.** Magnetic Resonance Imaging of the Brain and Spine. Vol. 1 y 2 (ed 4ta). Filadelfia, Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
2. **Kunz M, Schulte-Altedorneburg G, Uhl E, Schmid-Elsaesser R, Scholler K, Zausinger S.** Three-dimensional constructive interference in steady-state magnetic resonance imaging in obstructive hydrocephalus: relevance for endoscopic third ventriculostomy and clinical results. *J Neurosurg* 2008; 109: 931-938.
3. **Li KW, Nelson C, Suk I, Jallo GI.** Neuroendoscopy: past, present, and future. *Neurosurg Focus* 2005; 19: E1.
4. **Jallo GI, Kothbauer KF, Abbott IR.** Endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurg Focus* 2005; 19: E11.
5. **Bitar R, Leung G, Perng R, Tadros S, Moody AR, Sarrazin J, et al.** MR pulse sequences: what every radiologist wants to know but is afraid to ask. *Radiographics* 2006; 26: 513-537.
6. **Chavhan GB, Babyn PS, Jankharia BG, Cheng HL, Shroff MM.** Steady-state MR imaging sequences: physics, classification, and clinical applications. *Radiographics* 2008; 28: 1147-1160.
7. **Scheffler K, Lehnhardt S.** Principles and applications of balanced SSFP techniques. *Eur Radiol* 2003; 13: 2409-2418.
8. **Bieri O, Scheffler K.** Fundamentals of balanced steady state free precession MRI. *J Magn Reson Imaging* 2013; 38: 2-11.
9. **Nakai T, Yamamoto H, Tanaka K, Koyama J, Fujita A, Taniguchi M, et al.** Preoperative detection of the facial nerve by high-field magnetic resonance imaging in patients with vestibular schwannoma. *Neuroradiology* 2013; 55: 615-620.
10. **Aydin H, Altin E, Dilli A, Sipahioglu S, Hekimoglu B.** Evaluation of jugular foramen nerves by using b-FFE, T2-weighted DRIVE, T2-weighted FSE and post-contrast T1-weighted MRI sequences. *Diagn Interv Radiol* 2011; 17: 3-9.
11. **Moon WJ, Roh HG, Chung EC.** Detailed MR imaging anatomy of the cisternal segments of the glossopharyngeal, vagus, and spinal accessory nerves in the posterior fossa: the use of 3D balanced fast-field echo MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30: 1116-1120.
12. **Miller J, Acar F, Hamilton B, Burchiel K.**

- Preoperative visualization of neurovascular anatomy in trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 2008; 108: 477-482.
13. **Jung NY, Moon WJ, Lee MH, Chung EC.** Magnetic resonance cisternography: comparison between 3-dimensional driven equilibrium with sensitivity encoding and 3-dimensional balanced fast-field echo sequences with sensitivity encoding. *J Comput Assist Tomogr* 2007; 31: 588-591.
 14. **Tsuchiya K, Aoki C, Hachiya J.** Evaluation of MR cisternography of the cerebellopontine angle using a balanced fast-field-echo sequence: preliminary findings. *Eur Radiol* 2004; 14: 239-242.
 15. **Carr HY.** Steady-State Free Precession in Nuclear Magnetic Resonance. *Physical Review* 1958; 112: 1693-1701.
 16. **Aguado del Hoyo A, Ruiz Martín Y, Quintana Checa V, Marín Rodríguez C, Fernández-Velilla M, García Leal R.** Utilidad de la secuencia 3D-bFFE en la patología del segmento cisternal de los pares craneales en pediatría. 29º Congreso Nacional de la Sociedad Española de Radiología Médica; 2008 May 23-26; Sevilla, España 2008.
 17. **Glastonbury CM, Osborn AG, Salzman KL.** Masses and malformations of the third ventricle: normal anatomic relationships and differential diagnoses. *Radiographics* 2011; 31: 1889-1905.
 18. **Hodel J, Rahmouni A, Zins M, Vignaud A, Decq P.** Magnetic resonance imaging of non-communicating hydrocephalus. *World Neurosurg* 2013; 79: S21 e29-12.
 19. **Feng H, Huang G, Liao X, Fu K, Tan H, Pu H, et al.** Endoscopic third ventriculostomy in the management of obstructive hydrocephalus: an outcome analysis. *J Neurosurg* 2004; 100: 626-633.
 20. **Tenjin H, Tanigawa S, Takadou M, Ogawa T, Mandai A, Nanto M, et al.** Relationship between preoperative magnetic resonance imaging and surgical findings: aneurysm wall thickness on high-resolution T1-weighted imaging and contact with surrounding tissue on steady-state free precession imaging. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2013; 53: 336-342.
 21. **Aydin H, Çiftçi E, Hekimoğlu B.** Visualization of 4th Cranial Nerve With MRI: Value of Balanced Fast-Field Echo and 3d-Drive Sequences Against The T2-TSE and Post-Contrast T1w Sequences. *The New Journal of Medicine* 2009; 26: 218-222.
 22. **Wu ML, Ko CW, Chen TY, Wu MT, Chung HW, Huang TY, et al.** MR ventriculocisternography by using 3D balanced steady-state free precession imaging: technical note. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005; 26: 1170-1173.
 23. **Martin K.** B-FFE enables superb pediatric neuro imaging. *FieldStrength MRI Magazine* 2009; (38): 14-17.
 24. **Application of 3D Balanced FFE Sequence in MRI Examination of Encephaledema.** 2013. Disponible: <http://medicine-hygiene.idn-whois.org/?s=Aplication+of+3D+Balance+d+FFE+Sequence+in+MRI+Examination+of+Encephaledema>. Consultado: noviembre 2014.
 25. **Kanal E, Shellock FG.** The value of published data on MR compatibility of metallic implants and devices. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994; 15: 1394-1396.
 26. **Shellock FG, Morisoli S, Kanal E.** MR procedures and biomedical implants, materials, and devices: 1993 update. *Radiology* 1993; 189: 587-599.