



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### Técnicas de neuroimagen en pacientes pediátricos

Neuroimaging techniques in pediatric patients

Dionis Ruiz Reyes <sup>1\*</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-3061-1892>

Néstor Miguel Carvajal Otaño <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-0386-3181>

Roxana García Arencibia <sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0006-5984-1949>

<sup>1</sup> Universidad Ciencias Médicas de Villa Clara. Villa Clara, Cuba.

**\*Autor para correspondencia:** [dionys.reyes@nauta.cu](mailto:dionys.reyes@nauta.cu)

**Recibido:** 06/09/2022

**Aceptado:** 27/12/2023

**Cómo citar este artículo:** Ruiz-Reyes D, Carvajal-Otaño NM, García-Arencibia R. Técnicas de neuroimagen en pacientes pediátricos. Med. Es. [Internet]. 2023 [citado fecha de acceso]; 3(3). Disponible en: <https://revmedest.sld.cu/index.php/medest/article/view/196>

### RESUMEN

**Introducción:** antes del advenimiento de las técnicas de neuroimagen, los científicos tenían que apoyarse en medios mucho más precarios para acercarse al conocimiento del sistema nervioso. Las técnicas de diagnóstico por imagen han revolucionado los métodos de detección de enfermedades en individuos tanto adultos como en edades pediátricas.

**Objetivo:** describir la aplicación de las técnicas de neuroimagen en el diagnóstico y tratamiento de afecciones pediátricas del sistema nervioso central.



**Diseño Metodológico:** se realizó una revisión bibliográfica comprendida en el período de julio a agosto del 2023, donde se consultaron artículos originales, reportes de caso y revisiones sistemáticas de acceso abierto en publicaciones académicas revisadas por pares, de los últimos 5 años. Se revisaron las bases de datos de SciELO, Regmed, Dialnet, Mayoclinic, entre otras.

**Resultados:** algunas de las técnicas de neuroimagen que se emplean en la actualidad son: Resonancia Magnética, Tomografía por emisión de positrones, Electroencefalografía y Magnetoencefalografía (MEG), que se aplican tanto en la medicina fetal como en la neonatal y pediátrica.

**Conclusiones:** se destaca el empleo de la resonancia magnética como prueba de oro para el estudio imagenológico del cerebro, en los primeros años de vida, sin olvidar las múltiples aplicaciones y ventajas de la TAC y otras más recientes como la MEG.

**Palabras clave:** Enfermedades; Diagnóstico; Neuroimagen; Pediatría; Técnicas; Tratamiento.

---

## ABSTRACT

---

**Introduction:** before the advent of neuroimaging techniques, scientists had to rely on much more precarious means to get closer to understanding the nervous system. Imaging diagnostic techniques have revolutionized the methods of detecting diseases in individuals, both adults and pediatric ages.

**Objective:** to describe the application of neuroimaging techniques in the diagnosis and treatment of pediatric conditions of the central nervous system.

**Methodological Design:** a bibliographic review was carried out from July to August 2023, where original articles, case reports and open access systematic reviews in peer-reviewed academic publications from the last 5 years were consulted. The databases of SciELO, Regmed, Dialnet, Mayoclinic, among others, were reviewed.

**Results:** some of the neuroimaging techniques currently used are: Magnetic Resonance, Positron Emission Tomography, Electroencephalography and Magnetoencephalography (MEG), which are applied in both fetal, neonatal and pediatric medicine.

**Conclusions:** the use of magnetic resonance imaging is highlighted as a gold standard for the imaging study of the brain, in the first years of life, without forgetting the multiple applications and advantages of CT and other more recent ones such as MEG.

**Keywords:** Diseases; Diagnosis; Neuroimaging; Pediatrics; Techniques; Treatment.

## INTRODUCCIÓN

---

Es incuestionable que el cerebro es el órgano de mayor relevancia y complejidad en el ser humano. Entre sus funciones, se incluyen aquellas relacionadas con la supervivencia del individuo (nutrición, relación y reproducción), pero el cerebro también es el sustrato físico de la mente y la conciencia. <sup>(1)</sup>

Observar directamente la estructura y el funcionamiento del cerebro resulta una misión imposible, al menos hoy por hoy, a pesar de que los investigadores se adentran cada vez más en esa tierra incógnita que alberga el cráneo. <sup>(2)</sup>

En la actualidad hay muchos campos de la ciencia que han estudiado cómo funciona la mente humana. Entre estos mencionar, la Filosofía, Sociología, Psicología o Neurología, los cuales han aportado distintas perspectivas acerca del funcionamiento cognitivo de los seres humanos. <sup>(2)</sup>

Tradicionalmente, los avances en el conocimiento del cerebro humano se han producido de dos maneras principales: indirecta (a través de la observación del comportamiento de las personas en distintas situaciones) o directa (mediante el examen post mortem, el análisis clínico de las consecuencias derivadas del daño cerebral). Esto hizo posible establecer conexiones entre las estructuras del sistema nervioso central y las capacidades humanas. <sup>(1)</sup>

Ambos estudios proporcionaron mucha información sobre cómo funciona el cerebro. Sin embargo, sólo con la llegada de las técnicas de neuroimagen fue posible realizar estudios directos del cerebro humano, con o sin patología, utilizando medios mínimamente invasivos. <sup>(1)</sup>

Antes del advenimiento de las técnicas de neuroimagen, los científicos tenían que apoyarse en medios mucho más precarios para acercarse al conocimiento del sistema nervioso. <sup>(3)</sup>

Ya en la antigüedad, los ilustrados, como Galeno de Pérgamo (129-199 d.C.), sospechaban que el cerebro participaba de manera decisiva en la vida humana. Sin embargo, fue el médico inglés Thomas Willis (1621-1675) quien, por primera vez, en su obra *Cerebri Anatome* de 1664, vinculó ciertas áreas cerebrales con diversas funciones cognitivas. Willis creía que la corteza (parte externa del cerebro con muchos pliegues) controlaba la memoria y la fuerza de voluntad. Las reacciones inferiores y automáticas las localizaba, en cambio, en el cerebelo. <sup>(3)</sup>

Las descripciones de Willis se basaban, por un lado, en estudios anatómicos detallados de precursores; entre ellos Leonardo da Vinci (1452-1519) o Andrés Vesalio (1514-1564). Por otro, aceptó la idea de un sistema nervioso mecánico, propuesta formulada antes por el filósofo René Descartes (1596-1650). Según indicaba el mismo, el alma humana resulta de procesos acreedores de la inspiración divina. <sup>(2)</sup>

Desde su comienzo en 1992, la técnica de formación de imágenes por resonancia magnética nuclear (RM) ha revolucionado nuestra capacidad de observar el cerebro humano en acción y comprender los procesos que subyacen bajo funciones mentales, como la toma de decisiones. Se emplea en contextos clínicos, como derrames cerebrales, detección de tumores, examen de órganos internos y articulaciones. Por su parte, la introducción de la resonancia magnética funcional (RMf) en tiempo real transformó el campo. En esa técnica no invasiva, los datos se analizan en línea mientras el paciente se encuentra todavía en el escáner. <sup>(3)</sup>

La historia de la Neurología y Psicología ha estado estrechamente ligada, desde sus inicios, a los avances y descubrimientos científicos. Éstos, han permitido conseguir un mejor enfoque en el estudio del cerebro desarrollando nuevos métodos, procedimientos, pruebas, técnicas, etc. En particular, el gran incremento de las disciplinas de neurociencia está relacionado con el desarrollo y mejora de las técnicas de neuroimagen. <sup>(4)</sup>

Las técnicas de diagnóstico por imagen han revolucionado los métodos de detección de enfermedades en individuos tanto adultos como en edades pediátricas. Es precisamente en este último grupo, donde se centra el interés de los autores en el presente trabajo. Siendo la principal motivación ampliar nuestros conocimientos en lo relativo a los avances y propósitos de las técnicas de neuroimagen en pediatría. El escaso tratamiento en la literatura

fue uno de los problemas detectados, lo cual generó la siguiente interrogante en los autores ¿Qué aplicación tienen las técnicas de neuroimagen en el diagnóstico y tratamiento de afecciones pediátricas al sistema nervioso central?

Se realiza la presente investigación con el objetivo de describir la aplicación de las técnicas de neuroimagen en el diagnóstico y tratamiento de afecciones pediátricas al sistema nervioso central (SNC).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica comprendida en el período de julio a agosto del 2023, donde se consultaron artículos originales, reportes de caso y revisiones sistemáticas de acceso abierto en publicaciones académicas revisadas por pares, de los últimos 5 años. Se revisaron las bases de dato de ScieELO, Regmed, Dialnet, Mayoclinic, entre otras. Se incluyeron en el estudio todas las bibliografías actualizadas encontradas y se desechó las que no lo estaban. Los términos de búsqueda incluyeron: enfermedades; diagnóstico; neuroimagen; pediatría; técnicas; tratamiento, así como su traducción al inglés.

## DESARROLLO

En la actualidad, la neuroimagen se divide en dos tipos de técnicas estructurales y funcionales: <sup>(1)</sup>

**La neuroimagen estructural:** da una imagen estática del cerebro humano. Es útil para determinar la ubicación de una lesión o las consecuencias de una enfermedad, por lo que se utiliza principalmente en el ámbito médico. <sup>(1)</sup>

**La neuroimagen funcional:** se utiliza con mayor frecuencia en la investigación porque proporciona una imagen dinámica de la actividad cerebral. Los estudios de neuroimagen funcional consisten en exponer a un sujeto a un estímulo específico y monitorear su desempeño y actividad cerebral subyacente. <sup>(1)</sup> La neuroimagen funcional permite la medición psicológica de las funciones cognitivas con una mínima interferencia numérica. También permite observar diferencias funcionales entre individuos sanos y pacientes con diversas patologías cerebrales. <sup>(1)</sup>

## Técnicas de neuroimagen utilizadas en la actualidad

**Resonancia Magnética (RM):** implica enviar un campo magnético nuclear a un sujeto y registrar la información con una computadora que la convierte en una imagen. Por su alta resolución espacial, es una de las técnicas más utilizadas. Se puede utilizar tanto de forma estática como dinámica.

**Imagen por tensor de difusión:** es una técnica de resonancia magnética, pero en este caso se analiza la dispersión del agua alrededor de las fibras del sistema nervioso central. Así, permite obtener una imagen de las conexiones de las neuronas y reconstruir todo el haz de materia blanca, lo que proporciona información sobre la plasticidad cerebral, las reorganizaciones funcionales y explica determinadas patologías (por ejemplo, el síndrome de desconexión). Las imágenes de tensor de difusión tienen colores muy destacados que indican la dirección del vector (vertical, horizontal u otra dirección).

**Tomografía por emisión de positrones (TEP):** Se considera una de las técnicas más invasivas. En esta al paciente se le inyecta por vía intravenosa una sustancia radiactiva que se une a la glucosa, que luego se adhiere a las membranas celulares del sistema nervioso central. La TEP nos permite detectar si el número de neuronas se reduce cuando se identifica una zona hipometabólica. Además, cuando se encuentra una región hipermetabólica, significa un mayor desarrollo cerebral (aumento del número de células). Por tanto, es una técnica útil para detectar tumores cerebrales y se utiliza frecuentemente en oncología.

**Electroencefalografía (EEG):** consiste en medir la actividad eléctrica del cerebro con electrodos colocados en el cráneo. Es una técnica menos invasiva, pero la salida de información tiene una baja definición espacial, porque no siempre se corresponden exactamente con la ubicación de la actividad neuronal debido a la permeabilidad eléctrica variable del cráneo. Se utiliza principalmente para obtener información neurofisiológica en condiciones basales de reposo, vigilia o sueño y para registrar cambios en la actividad neuronal durante las convulsiones, entre otras indicaciones.

**Magnetoencefalografía (MEG):** esta técnica registra los débiles campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas intracelulares en la sustancia gris (durante los potenciales de acción). La activación sincrónica de millones de neuronas produce una actividad cerebral suave, diferenciada y localizada que puede registrarse mediante magnetómetros ubicados a lo largo de la curvatura del cráneo. Se trata de un tipo de neuroimagen funcional, por lo

que permite establecer conexiones entre las estructuras cerebrales y sus funciones. Además, es la técnica menos invasiva y hasta el momento la única que permite estudiar el funcionamiento de la corteza cerebral en el feto, por lo que su importancia en el estudio del desarrollo cerebral es enorme.

## Neuroimagen fetal

Las anomalías del sistema nervioso central son la razón más común de diagnóstico prenatal. Suelen tener un mal pronóstico debido a la probabilidad de consecuencias importantes y causan gran preocupación a los padres. A menudo se asocian con trastornos genéticos y patologías cromosómicas.<sup>(5)</sup>

La ecografía es un método de diagnóstico por imágenes para examinar el feto dentro del útero; sin embargo, hay situaciones en las que se necesitan otros métodos de investigación para analizar mejor las estructuras fetales.<sup>(5)</sup>

La aparición de secuencias ultrarrápidas en la resonancia magnética (RM) permitió aplicar este método de imagen a los estudios fetales, porque permite obtener imágenes en un tiempo excepcionalmente corto, casi sin verse afectada por los movimientos maternos o fetales. Es una modalidad que no utiliza radiaciones ionizantes y produce imágenes de alto contraste en cualquier plano espacial sin verse afectada, por las características físicas de la gestante, ni por la posición del feto.<sup>(5)</sup>

Algunos síndromes genéticos que destacan el valor de las técnicas de neuroimagen para realizar su diagnóstico son: Síndrome de Aircadi, donde puede apreciarse agenesia del cuerpo calloso; Síndrome de Sotos, que muestra a la neuroimagen dilatación ventricular y el Smit-Lemi-Opitz con anormalidades parenquimatosas graves.<sup>(6)</sup>

La hidrancia se define como la ausencia congénita de los hemisferios cerebrales; se trata de una forma grave y rara de porenencefalia, cuya etiopatogenia no está bien definida. Respecto a la etiopatogenia, existen muchos casos publicados que mencionan como causas principales de la oclusión carotídea las infecciones intrauterinas, y de estas la más frecuente la toxoplasmosis.<sup>(7)</sup>

La ecografía juega un papel clave en el diagnóstico prenatal y ahora, con mejoras en la neuroimagen, la resonancia magnética y la angiografía cerebral, se están describiendo más casos de hidrancia, distinguiéndola de la hidrocefalia grave y otras malformaciones cerebrales que afectan a las

cavidades cerebrales. El examen Doppler de este tipo de pacientes es necesario para diagnosticar esta patología. <sup>(8)</sup>

La resonancia magnética no sólo confirma los hallazgos ecográficos, sino que también permite encontrar otros que no fueron detectados previamente mediante ecografía, y además excluye patología materna. Permite una buena visualización de la anatomía fetal, especialmente del SNC, tórax y abdomen. El diagnóstico de la hidranencefalia, dada su rareza y sus implicaciones, se ha de realizar con extremo cuidado, y se han de tomar las precauciones oportunas en previsión de un eventual fallo del diagnóstico prenatal. <sup>(8)</sup>

En el estudio postnatal de la hidranencefalia, habitualmente el electroencefalograma (EEG) no muestra actividad eléctrica y los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral son normales. La ausencia de hemisferios cerebrales y la aparente integridad del tallo cerebral en las imágenes de la TAC confirman el diagnóstico eliminando la posibilidad de una hidrocefalia de origen congénito. <sup>(7)</sup>

La esclerosis tuberosa es una enfermedad multisistémica que se origina de forma autosómica dominante y varía en gravedad. Afecta a múltiples órganos, incluidos el cerebro, la piel, los riñones, los ojos y el corazón, y se caracteriza por una variedad de tumores benignos. Su tríada clásica consta de angiofibromas faciales, retraso mental y convulsiones. El diagnóstico prenatal de esclerosis tuberosa se realiza principalmente después de que se detecta el rhabdomioma cardíaco como primer indicador (a veces incluso antes de la semana 20 de embarazo) y con mucha menos frecuencia después de que se detectan lesiones cerebrales. <sup>(9)</sup>

Sin embargo, una gran proporción de fetos con enfermedad cardíaca prenatal comprobada por ecografía, no pueden diagnosticarse con lesiones cerebrales mediante esta técnica. La resonancia magnética (RM) fetal tiene gran valor como prueba adicional en el diagnóstico, pronóstico y consejo genético porque es un método mucho más sensible para excluir o confirmar la presencia de nódulos subependimarios y ganglios corticales, entre otros datos definitivos o probables, esclerosis tuberosa. <sup>(9)</sup>

La RM permite evaluar la maduración normal del cerebro fetal a partir del segundo trimestre, y de detectar con gran sensibilidad anomalías de su desarrollo. La importancia de detectar precozmente estas alteraciones intraútero reside no sólo en brindar información a los padres que prefieren

una interrupción del embarazo en los países donde esto está legalizado, sino también en un eventual tratamiento neuroquirúrgico prenatal de estas condiciones. Una serie de malformaciones fetales incompatibles con la vida son actualmente pasibles de tratamiento quirúrgico intraútero. Otras malformaciones, no letales, como los defectos del cierre del tubo neural, están comenzando a repararse intraútero en algunos centros. <sup>(10)</sup>

Existen abundantes reportes en la literatura acerca de hallazgos en las neuroimágenes en trastornos tales como el trastorno por déficit de atención, los trastornos generalizados del desarrollo (por ejemplo, el trastorno autístico), la esquizofrenia infantil, la dislexia, el trastorno obsesivo compulsivo y los trastornos neuropsiquiátricos autoinmunes asociados a la infección estreptocócica en la edad pediátrica. <sup>(10)</sup>

Se considera que la RM nace como una ventajosa herramienta complementaria de la ecografía, y con una capacidad diagnóstica de mayor exactitud para las anomalías del desarrollo u otras patologías del cerebro embrionario.

### Neuroimagen neonatal y pediátrica

La resonancia magnética es un método de imagen no invasivo que brinda información estructural y funcional de diversas regiones del cuerpo humano, entre ellas el cerebro. El estudio se realiza mediante un campo magnético y radiofrecuencia (ondas de radio), por lo que no produce dolor ni tiene efectos negativos a largo plazo. Actualmente, la resonancia magnética es considerada el "estándar de oro" para el estudio imagenológico del cerebro, especialmente en los primeros años de vida. <sup>(11)</sup> Los autores concuerdan con la anterior consideración y recalcan la valiosa utilidad de la RM en el campo de la neuroimagen.

Las neuroinfecciones fetales se diferencian de las infecciones en niños mayores y adultos. Las manifestaciones de infección varían según la edad del feto en el momento del ataque. Las infecciones suelen causar defectos de nacimiento en los dos primeros trimestres y daños devastadores en el tercero. Hay dos formas principales de transmisión de la infección al feto. Las bacterias suelen subir desde el cuello hacia el líquido amniótico. La toxoplasmosis, la sífilis, la rubéola, el citomegalovirus (CMV) y otros virus suelen transmitirse a través de la placenta. Los estudios por imágenes desempeñan un papel



esencial en la evaluación de neonatos con infecciones congénitas del sistema nervioso central. <sup>(12)</sup>

La ecografía cerebral suele mostrar calcificación intracraneal subependimaria o intraparenquimatosa, espacio interventricular, agrandamiento del espacio interhemisférico e hiperecogenicidad de los vasos de los ganglios basales. La tomografía computarizada axial puede ser mejor que la resonancia magnética para mostrar calcificaciones, a menos que sean lo suficientemente grandes como para causar un error de señal. Evaluamos las características clínicas y de imagen de estas infecciones. <sup>(12)</sup>

Después de infecciones del sistema nervioso central, en el paciente pediátrico, puede apreciarse a los estudios de neuroimagen datos inespecíficos como dilatación ventricular y atrofia; y lesiones específicas como infartos, porencefalia. <sup>(6)</sup>

Según un estudio financiado por el Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano (NICHD) Eunice Kennedy Shriver y el Instituto Nacional de Salud Mental (NIMH), ambos, parte de los Institutos Nacionales de la Salud (NIH), Las imágenes de conectividad funcional (fcMRI) pueden predecir qué bebés de 6 meses tienen un alto riesgo de desarrollar un trastorno del espectro autista a los 2 años. <sup>(13)</sup>

Los investigadores utilizaron una técnica informática llamada aprendizaje automático, que está entrenada para detectar diferencias y clasificar los resultados de las neuroimágenes en dos grupos con o sin autismo y predecir diagnósticos futuros. Aunque los resultados son preliminares, la investigación sugiere que en el futuro, la neuroimagen puede ser una herramienta útil para diagnosticar el autismo o ayudar a los proveedores de atención médica a evaluar el riesgo de que un niño desarrolle el trastorno. <sup>(13)</sup>

La microcefalia resulta de un crecimiento cerebral reducido. Los niños con microcefalia nacen con una cabeza de tamaño menor de lo normal, o bien su cabeza no crece adecuadamente después del nacimiento. Se ha discutido mucho sobre el posible vínculo entre la infección por el virus Zika, la microcefalia y otras malformaciones cerebrales. Después de una revisión rigurosa de las pruebas científicas existentes, investigadores del *Centers for Disease Control and Prevention* concluyeron recientemente que existe una relación causal entre el virus y los problemas cerebrales congénitos. El trabajo de Vasco Aragao y colaboradores es el primero en el que se describen los

hallazgos de imagen por resonancia magnética nuclear (RMN), además de los de tomografía computada (TC). <sup>(14)</sup>

Las imágenes de TC publicadas con anterioridad mostraban calcificaciones cerebrales, predominantemente localizadas en la unión entre la corteza y la sustancia blanca subcortical, con pérdida de volumen cerebral asociada y otros hallazgos no específicos de esta enfermedad. La novedad de los estudios de RM es que demuestran las graves malformaciones corticales, entre otras alteraciones, con mayor claridad. En particular, muestran una mayor presencia de las malformaciones corticales a nivel frontal, siendo los trastornos de migración neuronal más típicos la polimicrogiria y la paquigiria. <sup>(14)</sup>

La importancia de esta publicación radica en que los hallazgos descritos deberían alertar a los clínicos, especialmente a radiólogos y pediatras, sobre la posibilidad de infección congénita por el virus Zika en niños estudiados por microcefalia, cuando los antecedentes maternos sean geográficamente compatibles con la exposición al virus Zika durante el primer o segundo trimestres del embarazo. Dado que la RMN fue capaz de identificar las anomalías con mayor claridad que la TC, debería ser la RMN la prueba de imagen de elección, siempre y cuando se encuentre disponible. Esta opción también evitaría la exposición de los niños a la radiación ionizante provocada por la TC. <sup>(14)</sup>

Las cefaleas son un motivo de consulta frecuente en pediatría. Las cefaleas en los niños preescolares inducen más preocupación debido a que en esta edad son más frecuentes los tumores de fosa posterior. Con la disponibilidad creciente de estudios de neuroimagen, muchos padres solicitan la valoración con tomografía axial computadorizada (TAC) y resonancia magnética (RM) y, probablemente con la práctica creciente de la "medicina defensiva", estas pruebas son ampliamente utilizadas en nuestro medio en el estudio en consulta de las cefaleas. <sup>(15)</sup>

El hecho de efectuar estudio de neuroimagen en la valoración de cada nuevo niño con cefalea, puede suponer un inadecuado aprovechamiento de los recursos disponibles y puede dar lugar a muchos resultados falsamente positivos. La mayoría de las series publicadas sobre la eficacia de la neuroimagen en estudios de cefalea son de pacientes adultos y existen diferencias en las recomendaciones. Generalmente los estudios de

neuroimagen tienen pocas probabilidades de demostrar una lesión potencialmente tratable en niños con cefaleas crónicas. <sup>(15)</sup>

En la valoración del paciente pediátrico con cefalea crónica, la preocupación de los padres por la etiología tumoral y la creciente práctica de una "medicina defensiva" pueden influir en la indicación de los estudios de neuroimagen. <sup>(15)</sup>

Por otro lado, estas pruebas son costosas y pueden precisar sedación o anestesia, con sus riesgos. Existen indicaciones evidentes para la realización de pruebas de neuroimagen: niños menores de 5 años, exploración física alterada o sospecha clínica de lesión estructural. En otros muchos niños con cefaleas crónicas, después de una adecuada valoración clínica que evalúe los síntomas y signos predictores de lesión ocupante de espacio, no están justificados los estudios de neuroimagen y se debería evitar que la preocupación excesiva de los padres desencadene la realización de una prueba no necesaria desde el punto de vista médico. <sup>(15)</sup>

La epilepsia es una de las enfermedades neurológicas más comunes. La prevalencia de la epilepsia en el mundo es de 7 x 1000 habitantes y la incidencia es de 20-70 por 100.000 habitantes. La incidencia en la población menor de 15 años varía ampliamente, oscilando entre 41 y 100 casos por 100.000 habitantes. Alrededor del 20-50 % de los epilépticos comienzan a tener convulsiones antes de los 10 años. <sup>(16)</sup>

En relación con la epileptología, las imágenes de tomografía computarizada, resonancia magnética nuclear (RM) o imágenes obtenidas mediante procedimientos médicos isotópicos, muestran cada vez más cambios intracraneales que causan diferentes tipos de convulsiones e informan ciertas decisiones de tratamiento. <sup>(16)</sup>

Es innegable el papel de los antecedentes personales, los antecedentes perinatales, las manifestaciones epilépticas, el electroencefalograma (EEG) y las neuroimágenes en la comprensión de la etiología de la epilepsia intratable. <sup>(16)</sup>

El objetivo de la realización de estudios de neuroimagen de la epilepsia es identificar una patología que requiera un tratamiento específico o identificar un síndrome de epilepsia, que por sí solo permita determinar la enfermedad subyacente. <sup>(16)</sup>

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta poderosa en circunstancias especiales o en situaciones donde la resonancia magnética (RM) está contraindicada, como los implantes cocleares. La atrofia difusa en las tomografías computarizadas puede ser causada por fármacos antiepilépticos a largo plazo o por hipoxia cerebral. Sin embargo, la atrofia localizada, indica lesiones subyacentes, que pueden ser principalmente disgenesia cerebral, observada hasta en 25% de los casos en RM y en TC simple. <sup>(16)</sup>

Los hallazgos de la resonancia magnética fueron más precisos y permitieron identificar cambios en el desarrollo de la corteza. Las deformaciones resultan de uno de los tres pasos necesarios para la formación de la corteza: proliferación y diferenciación celular, migración neuronal y organización cortical. Varios motivos pueden alterar este proceso ya sean externos (provocados por agentes químicos, infecciosos, vasos sanguíneos, etc.); o internos, que están determinados genéticamente. El grado y la extensión de las lesiones malformativas pueden variar ampliamente, afectando su presentación clínica, desde individuos asintomáticos hasta pacientes con epilepsia no controlada y retraso mental profundo. <sup>(16)</sup>

La presencia de malformaciones cerebrales estaba estrechamente relacionada con la epilepsia refractaria. La epilepsia de inicio temprano (antes de los tres meses) se asocia con patrones displásicos con afectación cerebral reducida y pérdida de conexiones cortico-subcorticales, y el inicio tardío se asocia con polimicrogiria. También se estableció que la asimetría del hipocampo en pacientes con un síndrome de epilepsia bien definido, es muy sensible y específica para el diagnóstico de epilepsia posterior del lóbulo temporal mesial. La polimicrogiria unilateral se ha asociado con convulsiones infantiles. Los trastornos de la migración neuronal (displasias corticales, heterotopías) son actualmente la enfermedad de epilepsia congénita más común. <sup>(16)</sup>

La RM proporciona excelente información anatómica y contraste tisular, lo que da como resultado una alta especificidad y una mayor sensibilidad en el diagnóstico de los cambios del hipocampo. En muchos pacientes con una TC normal, los estudios de RM reportaron áreas de alta intensidad en la sustancia blanca del hemisferio caudal y detectaron tuberculomas, cisticercosis y abscesos. Muchos investigadores consideran ahora que la resonancia magnética es la prueba de neuroimagen de elección para la epilepsia pediátrica. <sup>(16)</sup>



En cuanto al diagnóstico de tumores que afectan al sistema nervioso central en niños, este debe realizarse con una evaluación neurológica adecuada, imágenes del tumor mediante técnicas de imagen y finalmente confirmación histopatológica. Estas técnicas de imagen determinan la ubicación, la actividad biológica y el efecto de la terapia en el paciente, pero también determinan la recurrencia y progresión del tumor. <sup>(17)</sup>

Los autores consideran importante destacar que los biomarcadores sanguíneos y de tejido tumoral responden a técnicas de neuroimagen, principalmente la RM, además de métodos estandarizados para identificar el estadio tumoral de un paciente.

Otros métodos, como la tomografía por emisión de positrones (PET), se centraron principalmente en el diagnóstico diferencial entre radionecrosis y tumor residual; además, estudios recientes han identificado otras ventajas de esta técnica en la estadificación, evaluación de la diseminación del tumor y planificación del tratamiento adecuado. <sup>(17)</sup>

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una causa común de visitas de emergencia pediátricas y una de las principales causas de discapacidad intelectual, epilepsia y discapacidad física. Las radiografías simples de cráneo son de poca utilidad en el enfoque diagnóstico del TCE, independientemente de su gravedad. <sup>(18)</sup>

La tomografía axial computarizada (TAC) es sin duda el mejor estudio radiológico, con una sensibilidad y especificidad cercana al 100%. El uso de la ventana ósea proporciona a la TAC craneal, una mejor ventaja diagnóstica y una relación costo-beneficio más favorable que la radiografía craneal sola. La resonancia magnética (RMN) del cerebro es una prueba radiológica que suele ser más sensible que las mencionadas anteriormente. Este es un estudio particularmente útil para detectar lesiones pequeñas, hematomas isodensos en la TAC craneal o hematomas que están demasiado cerca del hueso para obtener imágenes adecuadas. También detecta con mayor sensibilidad lesiones sangrantes en el tronco del encéfalo, la médula espinal y la sustancia blanca. <sup>(18)</sup>

La Ecografía transfontanelar tiene utilidad en lactantes con fontanela abierta. Puede detectar algunas lesiones Intracraneales en este grupo etario, aunque está limitada por la osificación de la fontanela. El electroencefalograma es necesario para la valoración adecuada del estado convulsivo, así como de la



epilepsia postraumática. Al mismo tiempo, los potenciales evocados pueden resultar útiles para estudiar la integridad del tronco del encéfalo y de la médula espinal. La falta de respuesta inducida suele dar lugar a un mal pronóstico. (18)

El estudio y análisis de los procesos cognitivos utiliza información obtenida mediante técnicas de neuroimagen funcional. El último de ellos es la magnetoencefalografía (MEG). Con esta técnica es posible localizar la actividad cortical combinada con una excelente resolución temporal, que permite el seguimiento de los procesos cognitivos en tiempo real, todo ello de forma no amenazante. La MEG ha permitido comprender algunas de las redes neuronales implicadas en el procesamiento, pero más interesantes son las aplicaciones de este conocimiento al estudio de cambios específicos en el procesamiento del lenguaje, como la dislexia. (19)

Se denomina dislexia a una dificultad específica en los procesos de lectura, cuando no ha habido cambios debidos a la inteligencia, trastornos neurológicos evidentes o privaciones socioculturales. El mayor desafío al que se enfrentan los médicos con esta enfermedad es la falta de signos neurológicos claros. Utilizando MEG, varios grupos han abordado la dislexia desde sus implicaciones sensoriales más básicas. Las capacidades de MEG en este ámbito siguen siendo muy amplias. (19)

La manifestación más común de los problemas neuropsicológicos es la dificultad del niño para lograr habilidades neuroconductuales, de aprendizaje, motoras o sensoriales. Los niños con sospecha de problemas neuropsicológicos, tanto del desarrollo como de los padres, deben someterse a una evaluación médica y neurológica general y a estudios adicionales para determinar si el problema está presente y puede atribuirse al desarrollo evolutivo o adquirido. (6)

Las técnicas de tomografía por emisión de fotón único, han mostrado ser de utilidad en la evaluación de enfermedades cerebrovasculares, demencia, patologías psiquiátricas, neuropsicológicas como: trastornos del lenguaje, trastornos del desarrollo con o sin TDAH, trastornos cognitivos y conductuales y epilepsia. (6)

## CONCLUSIONES



El impacto de las técnicas de neuroimagen en la detección y atención a las afecciones pediátricas del sistema nervioso central realza su importancia en los actuales tiempos. Es invaluable su papel en el diagnóstico de alteraciones de índole neurológica/ neuroquirúrgica, tanto en el período fetal como postnatalmente. Destaca el empleo de la resonancia magnética como "estándar de oro" para el estudio imagenológico del cerebro en los primeros años de vida, sin olvidar las múltiples aplicaciones y ventajas de la TAC y otras más recientes como la MEG. A pesar de ser un excepcional complemento del método clínico, la plena utilización de los estudios de neuroimagen en el ámbito clínico y quirúrgico aún está lejos de alcanzarse.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Colectivo de autores. Las técnicas de neuroimagen. [Internet] 2016. [citado 02/09/2023]; 3(2): [aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=422653>
2. Bareither I. Historia de las imágenes cerebrales. [Internet]. 2018. [citado 02/09/2023]; 1(2): [aprox. 1 p.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7456458>
3. Blanco K, Salcidua S, Orellana P, Sauma-Pérez T, León T, Steinmetz LCL, et al. Systematic review: fluid biomarkers and machine learning methods to improve the diagnosis from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease. *Alzheimers Res Ther.* [Internet] 2023; [citado 20/10/2023]; 15(1):176. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37838690/>
4. Carvalho Gómez CA. El origen de las técnicas de Neuroimagen. [Internet]. 2016. [citado 02/09/2023]; 10 (2): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <https://hablemosdeneurociencia.com/el-origen-de-las-tecnicas-de-neuroimagen/>
5. Martín Martínez C, Escofet Soteras C. Diagnóstico mediante resonancia magnética fetal de las malformaciones del sistema nervioso central. *Rev Neurol* [Internet] 2006 [citado 02/09/2023]; 43 (Supl. 1):S115-S120. Disponible en: <https://neurologia.com/articulo/2006448/esp>
6. Ashton NJ, Hye A, Rajkumar AP, Leuzy A, Snowden S, Suárez-Calvet M, et al. Una actualización sobre biomarcadores sanguíneos para trastornos neurodegenerativos no relacionados con el Alzheimer. *Nat Rev Neurol.* [Internet] 2020 [citado 02/09/2023]; 16(5):265–284. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32322100/>



7. Gardea Loera G, Velazco Campos M. Aspectos clínicos de neuroimagen y comportamiento electrofisiológico de la hidranencefalia. Arch Neurocién [Internet]. 2014. [citado 02/09/2023]; 19(1):48-52. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi%3FIDARTICULO%3D50323&ved=2ahUKEwjSoqL0w8DxAhUXmmoFHYtmCNqQFjAAegQIBBAC&usg=AOvVaw3NPrmKhMUpdCgYkyRObrOe>
8. Castillo AM, Mena Olmedo G, Hernández D, Carrillo E, Aguirre J. Diagnóstico intraútero de hidranencefalia en relación a un caso clínico. [Internet]. 2018 [citado 03/09/2023]; 3 (2): [aprox. 5 p.]. Disponible en: [https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/junio14/ecuador/ecu\\_esp.pdf&ved=2ahUKEwj2ILKnMDxAhXkk2oFHfx5BdUQFjAAegQIAxAC&usg=AOvVaw1gNY9IX77zmxUhmGspRmkh](https://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/junio14/ecuador/ecu_esp.pdf&ved=2ahUKEwj2ILKnMDxAhXkk2oFHfx5BdUQFjAAegQIAxAC&usg=AOvVaw1gNY9IX77zmxUhmGspRmkh)
9. Fernández Mayoralas D, Recio Rodríguez M, Fernández Jaén A, Jiménez de la Peña M, Marrero Brito J, Muñoz Jareño N. Resonancia magnética fetal en la esclerosis tuberosa. Acta Pediatr Esp. [Internet]. 2018. [citado 03/09/2023]; 13(1): [aprox. 27 p.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo%3Fcodigo%3D6042649&ved=2ahUKEwijjpvWxMDxAhVklGoFHxXoD7UQFjAAegQIAxAC&usg=AOvVaw2YL5YfbPtXCBAvbB5uvnHE>
10. Bendersky M. Imágenes por Resonancia Magnética del cerebro prenatal. [Internet]. 2019. [citado 03/09/2023]; 1(7): [aprox. 21 p.]. Disponible en: [www.sciens.com.ar](http://www.sciens.com.ar)
11. Colectivo de autores. Neuroimagen neonatal y pediátrica. [Internet]. 2019. [citado 04/09/2023]; 5(2): [aprox. 12 p.]. Disponible en: <http://neurocienciasmexico.com/index.php>
12. Ferreira Moreno V, González Hernández G, Martí Coruña M, Rufín Arregoitia A. Infecciones congénitas del Sistema Nervioso Central. [Internet]. 2020. [citado 04/09/2023]; 1(8): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/>
13. Colectivo de autores. Técnica de neuroimagen podría ayudar a predecir el autismo en bebés de alto riesgo. Science Translational Medicine. [Internet]. 2019. [citado 04/09/2023]; 1(1): [aprox. 2 p.]. Disponible en: <https://espanol.nichd.nih.gov/>



14. Baptista T, Quaghebeur G, Alarcon A. Hallazgos de neuroimagen en niños con microcefalia y posible infección congénita por el virus zika. [Internet]. 2018. [citado 06/09/2023]; 5(5): [aprox.14 p.]. Disponible en: [https://www.neurologianeonatal.org/portfolio\\_category/articulos/](https://www.neurologianeonatal.org/portfolio_category/articulos/)
15. Colectivo de autores. Efectividad de los estudios de neuroimagen en niños con cefalea. Anales Españoles de Pediatría. [Internet]. 2021. [citado 06/09/2023]; 3(2): [aprox. 17 p.]. Disponible en: <https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/49-5-10.pdf&ved=2ahUKEwj6rdGKxcDxAhWyk2oFHSfdCtkQFjAAegQIAXAC&usg=AOvVaw3gXOI0aA7Ww-l9sRAcdMjY>
16. Valdivia Álvarez I, Odales Ibarra R. Neuroimagen en niños con epilepsia de difícil control. [Internet]. 2022. [citado 06/09/2023]; 8(8): [aprox. 8 p.]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=0034-7531&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=0034-7531&lng=es&nrm=iso)
17. Colectivo de autores. Tumores de Sistema Nervioso Central en Pediatría: Presente y Futuro del Abordaje Diagnóstico. [Internet]. 2021. [citado 10/09/2023]; 2(12): [aprox. 2 p.]. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS2631-25812017000200283&ved=2ahUKEwi80ZLyxcDxAhW8IWofHQJyBdkQFjANegQIHhAC&usg=AOvVaw3BNq5oO0h-W9LiW4irx\\_W](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS2631-25812017000200283&ved=2ahUKEwi80ZLyxcDxAhW8IWofHQJyBdkQFjANegQIHhAC&usg=AOvVaw3BNq5oO0h-W9LiW4irx_W)
18. Fernández Jaén A, Calleja Pérez B, García Asensio JA. Traumatismo craneoencefálico en la infancia. [Internet].2020 [citado 10/09/2023]; 2(2): [aprox. 22 p.]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-traumatismo-craneoencefalico-infancia-12003811>
19. Santiuste M, Nowak R. Nuevas aportaciones de la neuroimagen funcional: la magnetoencefalografía en el estudio de la dislexia. [Internet]. 2019. [citado 10/09/2023]; 4(1): [aprox. 34 p.]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349832314025.pdf>

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**DRR:** conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, validación, redacción del borrador original, revisión, edición.

**NMCO:** conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, validación, redacción del borrador original, revisión, edición.



**RGa:** conceptualización, investigación, metodología, administración del proyecto, validación, redacción del borrador original, revisión, edición.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### **FUENTES DE FINANCIACIÓN**

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo del presente artículo.

