



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

REDUCCIÓN DEL TIEMPO EN LA ADQUISICIÓN DE IMÁGENES EN
RESONANCIA MAGNÉTICA MEDIANTE SECUENCIAS RÁPIDAS EN LA
EVALUACIÓN DE TRAUMA CEREBRAL PEDIÁTRICO: UNA REVISIÓN
DE ALCANCE

REDUCTION OF IMAGE ACQUISITION TIME IN MRI USING FAST
SEQUENCES IN THE EVALUATION OF PEDIATRIC BRAIN
TRAUMA: A SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA

AUTORES

VALERIA JIMENA ROMERO MEZARINA
ALEJANDRA OLENKA GUTIERREZ ROSALES
JAVIER DIOMEDES SANCHEZ RODRIGUEZ

ASESOR

EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

CO-ASESOR

LUIS ALEXANDER ORREGO FERREYROS

LIMA-PERÚ

2026

JURADO

Presidente: LIC. JOSE LUIS SANTOS ARANA VIVAR

Vocal: LIC. FELIX ALEXANDER NEYRA AGUILAR

Secretario: MG. NATALIA ISABEL MOSQUERA VERGARAY

Fecha de sustentación: 28 de abril de 2026

Calificación: Aprobado

ASESORES DE TESIS

ASESOR

MG. EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

Departamento Académico de Tecnología Médica.

ORCID: 0000-0002-1226-9299

CO-ASESOR

MG. LUIS ALEXANDER ORREGO FERREYROS

Departamento Académico de Tecnología Médica.

ORCID: 0000-0003-3502-2384

DEDICATORIA

ALEJANDRA OLENKA GUTIERREZ ROSALES

Dedico esta meta a Dios, mi mamá y a mi papá, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme a no rendirme nunca; gracias por cada sacrificio y por creer siempre en mí. También a mis amigos, que hicieron este camino más ligero con su ánimo y compañía. Y a todas las personas que, de una u otra manera, me brindaron su apoyo y contribuyeron a que este sueño hoy sea una realidad.

VALERIA JIMENA ROMERO MEZARINA

Dedico este logro a mis padres, pilares de mi vida, quienes me enseñaron que con esfuerzo, sacrificio y amor es posible alcanzar cualquier meta. A mis hermanas, que siempre estuvieron para regalarme una sonrisa en momentos difíciles. De manera especial, a mis amistades, que hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable. A todos ellos, gracias, porque fueron mi motor para seguir adelante y encontrar el rumbo correcto.

JAVIER DIOMEDES SÁNCHEZ RODRIGUEZ

Dedico este trabajo a Dios por el regalo de la vida y la oportunidad de estudiar en tan ilustre universidad. A mi padre, por su apoyo y sabiduría; a mi hermano, por ser siempre mi fiel compañero; a Hilda, Blanca y Hayvi, por su generosa presencia materna; y a Flor, mi madre, luz y guía en mi camino. A Valeria y Alejandra, por complementar mis debilidades con sus fortalezas. Finalmente, agradezco a todos los licenciados, médicos, amigos y compañeros de aula que hicieron de esta etapa universitaria un trayecto más llevadero.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional en cada paso. A nuestro asesor, el Prof. Meca, por su confianza, tiempo y enfoque en la excelencia, guiándonos para realizar este proyecto que suma a fortalecer la carrera.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El presente trabajo fue financiado por los autores.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores no presentan conflicto de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	GUTIERREZ ROSALES ALEJANDRA OLENKA
2.	ROMERO MEZARINA VALERIA JIMENA
3.	SANCHEZ RODRIGUEZ JAVIER DIOMEDES

Pertencientes al programa de la **CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA**, autores del trabajo titulado: **REDUCCIÓN DEL TIEMPO EN LA ADQUISICIÓN DE IMÁGENES EN RESONANCIA MAGNÉTICA MEDIANTE SECUENCIAS RÁPIDAS EN LA EVALUACIÓN DE TRAUMA CEREBRAL PEDIÁTRICO: UNA REVISIÓN DE ALCANCE** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	MECA CASTRO EDWARD ARTEMIO	MEDICINA	ASESOR
2.	ORREGO FERREYROS LUIS ALEXANDER	MEDICINA	CO-ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **10%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3586240506**; fecha de entrega: **03-06-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 03 de junio del 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 40569815
ORCID: 0000-0002-1226-9299

Firma del Co-asesor
N° DNI: 41202355
ORCID: 0000-0003-3502-2384



TABLA DE CONTENIDOS

	Resumen	
	Abstract	
I.	Introducciòn	1
II.	Objetivo	7
III.	Materiales y métodos	8
IV.	Resultados	13
V.	Discusiòn	18
VI.	Limitaciones del estudio	25
VII.	Conclusiones	26
VIII.	Referencias bibliogràficas	27
IX.	Tabla, gràficos y figuras	33
	ANEXOS	

RESUMEN

Introducción: El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una de las principales causas de mortalidad infantil en América, donde el diagnóstico por imágenes resulta esencial. La resonancia magnética rápida, con protocolos adaptados al contexto pediátrico, ha ganado relevancia reciente como herramienta clave en el abordaje del TCE. **Objetivo:** Mapear la evidencia científica sobre la reducción del tiempo en la adquisición de imágenes de resonancia magnética, mediante secuencias rápidas en casos de trauma cerebral pediátrico. **Materiales y métodos:** La presente revisión de alcance se desarrolló conforme a los lineamientos metodológicos establecidos en el Manual del Joanna Briggs Institute para Revisiones Sistemáticas y en la declaración PRISMA-ScR. La estrategia de búsqueda fue adaptada a las características de cada base de datos, empleando operadores booleanos y términos controlados pertinentes a la pregunta de investigación. Para la recuperación de información se consultaron las siguientes fuentes: Cochrane Library, PubMed, Scielo, Semantic Scholar, Ovid y Consensus. **Resultados:** los nueve estudios revisados (2013–2024), evaluaron protocolos de RM rápida pediátrica con tiempos de adquisición entre 2.5 y 16 minutos, resaltando su capacidad para reducir la necesidad de sedación y evitar exposición a radiación, evidenciando una buena aplicabilidad clínica y diagnóstico de lesiones intracraneales, aunque aún se señalan variaciones técnicas y menor sensibilidad frente a fractura de cráneo y microhemorragias. **Conclusiones:** La revisión sugiere que la RM rápida pediátrica es una alternativa segura y eficiente al TC, con tiempos de adquisición reducidos y menor necesidad de sedación, consolidándose como herramienta útil para el diagnóstico y seguimiento del TCE infantil. **Palabras claves:** imagen por resonancia magnética, traumatismo craneoencefálico, neuroimagen, salud pediátrica, prueba de diagnóstico rápido.

ABSTRACT

Introduction: Traumatic brain injury (TBI) is one of the leading causes of childhood mortality in the Americas, where imaging diagnosis plays an essential role. Rapid magnetic resonance imaging (MRI), with protocols adapted to the pediatric context, has recently gained relevance as a key tool in the management of TBI. **Objective:** To map scientific evidence on reducing acquisition time in magnetic resonance imaging through rapid sequences in cases of pediatric traumatic brain injury. **Materials and Methods:** This scoping review was conducted in accordance with the methodological guidelines established in the Joanna Briggs Institute Manual for Systematic Reviews and the PRISMA-ScR statement. The search strategy was tailored to the characteristics of each database, using Boolean operators and controlled terms relevant to the research question. The following sources were consulted for information retrieval: Cochrane Library, PubMed, Scielo, Semantic Scholar, Ovid, and Consensus. **Results:** The nine studies reviewed (2013–2024) evaluated rapid pediatric MRI protocols with acquisition times ranging from 2.5 to 16 minutes, highlighting their ability to reduce the need for sedation and avoid radiation exposure. They demonstrated good clinical applicability and diagnostic capacity for intracranial lesions, although technical variations and lower sensitivity for skull fractures and microhemorrhages were noted. **Conclusions:** The review suggests that rapid pediatric MRI is a safe and efficient alternative to CT, with reduced acquisition times and less need for sedation, consolidating its role as a useful tool for the diagnosis and follow-up of pediatric TBI.

Keywords: magnetic resonance imaging, traumatic brain injury, neuroimaging, pediatric health, rapid diagnostic test (DeCS).

I. INTRODUCCIÓN

El traumatismo craneoencefálico (TCE) pediátrico es una afección que altera el funcionamiento normal del cerebro y cuya causa principal es el impacto mecánico en la cabeza, generando secuelas como retraso mental, epilepsia e incapacidad física. Epidemiológicamente esta lesión representa una de las principales causas de mortalidad y discapacidad en menores de 1 a 18 años, con aproximadamente 60,000 hospitalizaciones y 500,000 visitas a urgencia anuales en Estados Unidos (1). En países sudamericanos, el TCE muestra mayor incidencia siendo una de las principales causas de muerte en menores de 15 años; según la Organización Mundial de la Salud, el 95% de las muertes por trauma pediátrico ocurre en países de bajos y medianos ingresos.

Además, los varones presentan mayor riesgo que las mujeres, con una relación de 3:1 (2). En Perú, el departamento de Neurocirugía del Instituto Nacional de Salud del Niño - Breña reporta que se atienden aproximadamente 10 casos al día de TCE (3) y además un estudio realizado entre 2004 y 2011 indica que el trauma es la fundamental causa de fallecimiento en menores de 01 a 14 años, siendo el TCE responsable del 57.3% de estos casos (4).

Se ha evidenciado una creciente diversidad de métodos diagnósticos complementarios relacionados con el traumatismo craneoencefálico, en los cuales las técnicas de imagen facilitan un diagnóstico rápido y preciso, lo cual es fundamental tanto para el tratamiento como el seguimiento clínico. Estas modalidades de estudio no sólo permiten confirmar la presencia de lesiones intracraneales, sino que también orientan una actuación médica y quirúrgica correcta, reduciendo así la morbilidad y mortalidad derivadas del daño cerebral

secundario (5). Entre los tipos de estudio más utilizados destaca la Tomografía Computarizada (TC) valorada por su rapidez y amplia disponibilidad en los servicios de salud pero que implica riesgos asociados a la exposición a radiación ionizante, especialmente preocupante en pacientes pediátricos cuyos órganos y tejidos como el cerebro, aún se encuentran en desarrollo (6). Por otro lado, la ecografía transfontanelar continúa siendo una opción útil en neonatos, sin embargo, su eficacia puede verse limitada por la calidad de la ventana acústica y la dependencia del operador (7). Ante estas limitaciones han surgido técnicas más seguras como la Resonancia Magnética (RM) rápida, que ofrece una alternativa eficaz para detectar lesiones intracraneales sin el uso de radiación ionizante. Esta, se basa en el fenómeno de la resonancia magnética nuclear, donde ciertos núcleos atómicos (como el hidrógeno) poseen una propiedad llamada “espín”, que genera un momento magnético. Al aplicar un campo magnético externo potente, estos núcleos se alinean y, mediante pulsos de radiofrecuencia, se excitan y producen señales detectables por el equipo de RM. (8)

En ese sentido la RM rápida se ha transformado en una alternativa moderna de diagnóstico, que evita la exposición a la radiación ionizante, de la misma manera que produce imágenes de alta calidad. La RM rápida presenta modificaciones en sus secuencias, estas últimas se refieren a un conjunto estructurado de parámetros físicos y temporales, los cuales regulan la interacción entre los tejidos corporales y el campo magnético, mediante la aplicación de pulsos de radiofrecuencia, los gradientes magnéticos y los intervalos temporales que permiten destacar las propiedades tisulares como el contenido en agua, grasa, o cambios estructurales sutiles (9), lo que reduce el tiempo de adquisición comparado con lo convencional,

así como la menor necesidad de sedación en los pacientes. Largo-Pineda et al. (10) menciona que la sedación conlleva riesgos asociados que pueden ir desde una reacción alérgica, pasando por un laringoespasma, un paro cardiorrespiratorio e incluso puede causar la muerte. Los protocolos de RM rápida se han estado realizando de manera satisfactoria, donde se hace mención en distintos estudios que es una técnica de neuroimagen adecuada para la evaluación diagnóstica (11) por lo cual, es necesario destacar la participación activa del Tecnólogo Médico en Radiología dentro del proceso de adquisición de imágenes, es por ello que Cohen et al. (12) enfatiza la necesidad de un posicionamiento preciso de la región cerebral y estrategias de inmovilización donde no se emplee fármacos para obtener estudios imagenológicos sin el uso de sedación, junto con la selección de secuencias ultrarrápidas y la optimización de parámetros que permitan completar el examen en el menor tiempo posible, por otra parte Berger et al (13) refuerza esta idea destacando la responsabilidad del TM en Radiología en la elección de protocolos según la indicación clínica, el ajuste adecuado de parámetros como el tiempo de repetición (TR), tiempo de eco (TE), visión de campo (FOV) y matriz, así como también la aplicación de técnicas avanzadas para el control de artefactos por movimiento, esenciales en estudios pediátricos de imagen, por otra parte Rangopal et al. (14) menciona la importancia del juicio técnico inmediato en escenarios de emergencias y urgencias donde el TM en Radiología debe priorizar secuencias óptimas dependientes de la estabilidad del paciente y así poder garantizar una técnica adecuada en pacientes pediátricos no colaboradores. Esta relevancia técnica y operativa se relaciona con lo mencionado por Sheridan et al. (12) en su estudio, donde se enfatiza la importancia de contar con protocolos optimizados, secuencias ultrarrápidas sensibles al movimiento y un posicionamiento adecuado del paciente,

todos aspectos directamente vinculados con las competencias del tecnólogo médico.

El diagnóstico de TCE en la población pediátrica representa un desafío en los centros hospitalarios debido a las distintas técnicas de imagen, es por ello, que en el año 2021 se realizó una revisión sistemática por Kessler et al. donde se analizó el uso de secuencias rápidas de RM para la evaluación de la lesión cerebral traumática pediátrica, destacando que determinadas técnicas rápidas evitan la exposición a la radiación ionizante y reducen el requerimiento de sedación en comparación con la tomografía computarizada y los protocolos estándar de RM (13). No obstante, dicha revisión presentó limitaciones importantes: incluyó estudios que utilizaron RM rápida en paralelo con TC, lo cual genera un sesgo de conocimiento previo de los hallazgos, y abarcó investigaciones publicadas desde el año 2000, algunas de las cuales pueden estar desactualizadas frente a los avances tecnológicos actuales. Siguiendo las recomendaciones metodológicas de Levac et al, se reconoce dicho año como punto de partida para mapear evidencia científica en revisiones de alcance (14), algunos estudios tempranos podrían estar desactualizados frente a avances tecnológicos actuales. En contraste, investigaciones como la de Sheridan et al. sobre QuickBrain MRI documenta que a partir del 2013 se dispone de evidencia científica con aplicaciones clínicas y diagnósticas más consolidadas sobre el uso de secuencias rápidas en el trauma cerebral pediátrico (12). Por ende, el presente trabajo buscó mapear la evidencia científica sobre la reducción del tiempo en la adquisición de imágenes de RM, mediante secuencias rápidas en casos de TCE, para ello, se elaboró una matriz

diseñada para evidenciar y comparar las distintas secuencias de los protocolos de cada artículo seleccionado.

1.1 Justificación

El traumatismo craneoencefálico (TCE) a nivel global es el principal factor de muerte en pacientes pediátricos mayores de 01 año (15). La incidencia de casos en menores de 14 años es de aproximadamente 475 000, en países desarrollados como Estados Unidos, el reporte de TCE es de aproximadamente 200 casos por cada 100.000 habitantes (16). Gonzalez Balenciaga menciona que un TCE mal tratado condiciona una mayor mortalidad y morbilidad asociada a futuro (17). Es por ello, que las cifras mostradas ponen de manifiesto una necesidad de abordaje correcto del TCE, no solo por su alta frecuencia, sino también por las implicaciones funcionales y neurológicas que podrían afectar el desarrollo del paciente pediátrico. En este escenario, los protocolos de secuencias rápidas en RM del encéfalo emergen como una herramienta diagnóstica de gran valor.

En este contexto, se realizó una revisión de alcance enfocada en estudios recientes que hayan empleado secuencias rápidas de RM como modalidad diagnóstica o seguimiento clínico en casos de TCE. Asimismo, se hizo énfasis en la optimización del tiempo de exploración, mediante la investigación de la variabilidad en los tiempos de adquisición reportados y las condiciones clínicas en las que estas técnicas demostraron ser efectivas. Esta revisión permitió establecer un panorama actualizado sobre el uso de secuencias rápidas en RM y formular recomendaciones para futuras investigaciones orientadas a mejorar los estándares de atención en el diagnóstico por imágenes del TCE pediátrico.

En suma, la presente revisión sintetizó las pruebas sobre el uso de secuencias rápidas en RM para la evaluación del TCE pediátrico, considerando que los protocolos con tiempo de adquisición optimizado facilitaron su integración en entornos clínicos con flujo de trabajo intenso (18). La RM rápida representa una herramienta diagnóstica eficiente, capaz de completarse en menos de 10 minutos logrando una reducción en los tiempos de exploración, adquisición e interpretación de imágenes. Tal eficiencia se logra mediante la exclusión deliberada de secuencias redundantes o clínicamente poco relevantes, optimizando así su aplicación en escenarios específicos como el TCE pediátrico. Además, no debe pasarse por alto su mayor ventaja: se trata de una técnica de imagen transversal precisa, segura y libre de radiación, lo cual representa un beneficio clave en poblaciones vulnerables como la infantil (19).

II. OBJETIVO

2.1 Objetivo general

Mapear la evidencia científica sobre la reducción del tiempo en la adquisición de imágenes de resonancia magnética, mediante secuencias rápidas en casos de trauma cerebral pediátrico.

2.2 Objetivos específicos

Describir los protocolos de secuencias rápidas de resonancia magnética empleados en trauma cerebral pediátrico para reducir el tiempo de adquisición de imágenes.

Sintetizar las ventajas y limitaciones documentadas sobre el uso de secuencias rápidas de resonancia magnética en el diagnóstico de trauma cerebral pediátrico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño de estudio

Este estudio se trata de una investigación secundaria estructurada como una revisión de alcance. La formulación de la pregunta de investigación se llevó a cabo utilizando el marco metodológico PCC (Anexo).

3.2 Protocolo y registro

La presente investigación se desarrolló conforme a la normativa vigente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, específicamente la versión 01.00/0605-2024 del documento titulado “Normas y procedimientos para la elaboración, desarrollo, presentación, evaluación y publicación de trabajos de investigación y tesis”, luego de ser aprobada por la facultad de medicina el 7 de octubre y el comité de ética el 10 de octubre del 2025. Se realizó un scoping review siguiendo la metodología del Joanna Briggs Institute Joanna Briggs Institute (20) y lo establecido en la declaración PRISMA-ScR (21). El protocolo fue sometido a revisión por el equipo responsable del estudio, donde su versión final se inscribió en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI), ante la supervisión de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología.

3.3 Criterios de elegibilidad

3.3.1 Criterios de inclusión

- Estudios que incluyeron a personas desde recién nacidos hasta los 18 años con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico leve y grave.

- Estudios que evaluaron el uso de secuencias rápidas de resonancia magnética para la reducción del tiempo en pacientes pediátricos con trauma craneoencefálico.
- Estudios escritos en inglés y español.
- Estudios publicados en literatura gris relevante.
- Estudios de todos los entornos hospitalarios a nivel mundial.
- Se incluyeron únicamente estudios publicados entre enero de 2013 y noviembre de 2025.

3.3.2 Criterios de exclusión

- Estudios centrados de manera exclusiva en adultos o sin desagregar datos de pacientes pediátricos
- Estudios sobre RM en patologías neurológicas no traumáticas
- Estudios que utilizaron resonancia magnética rápida en paralelo con TC.

3.4 Definición de variables

Se elaboró un cuadro para la definición operacional de las variables (Anexo 1)

3.5 Estrategia de búsqueda

3.5.1 Fuentes de información

La búsqueda se implementó en múltiples bases de datos, abarcando el período desde enero 2013 a noviembre del 2025. Las bases de datos que fueron seleccionadas para la recopilación de artículos incluyeron Cochrane Library, PubMed, Scielo, Semanthic Scholar, Ovid, Consensus.

3.5.2 Búsqueda

La estrategia de búsqueda fue adaptada para cada base de datos consultada utilizando operadores booleanos “AND” Y “OR” y términos controlados que respondieron a los componentes de la pregunta de investigación. Para realizar la búsqueda se aplicó el marco de referencia PCC (población, contexto, concepto), considerando estudios de tipo experimental (ensayos clínicos controlados aleatorizados) como observacionales y revisiones sistemáticas. La selección de términos se fundamentó en los Descriptores de Materia Médica (MeSH) y en los términos DeCs. El proceso de búsqueda abarcó el periodo desde el 10 de octubre al 30 de noviembre del 2025.

3.5.3 Selección de fuentes de evidencia

Se incluyeron estudios que abordan la reducción del tiempo en RM mediante el uso de secuencias rápidas en la evaluación de TCE pediátrico. Todos los miembros del equipo investigador participaron en la planificación y ejecución de la estrategia de búsqueda. Para ello, se consideraron seis bases de datos: Medline a través de PubMed, Embase a través de Ovid, Cochrane Library, Scielo, Semantic Scholar y Consensus, estas dos últimas reportando literatura gris, obteniéndose un total de 1228 resultados (62 en PubMed, 558 en Ovid, 160 en Consensus, 4 en Scielo y ninguno en Cochrane Library). La revisión inicial de títulos y resúmenes fue gestionada en Excel 2021 por los autores en su calidad de revisores, quienes además realizaron manualmente la eliminación de duplicados. Posteriormente, se eliminaron 2 artículos antes del cribado, quedando 1226 estudios. Tras la evaluación de títulos y resúmenes, se seleccionaron 73 estudios, los cuales fueron

sometidos a lectura a texto completo para verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. De este proceso, 66 artículos fueron excluidos, quedando 7 estudios elegidos; adicionalmente, se identificaron 2 estudios mediante búsqueda por citas, alcanzando un total de 9 estudios incluidos en la presente revisión. Las discrepancias entre los revisores se resolvieron mediante diálogo colaborativo, priorizando la deliberación técnica y el consenso metodológico, lo que garantizó una selección rigurosa y objetiva. Finalmente, el proceso completo de búsqueda y selección se representó gráficamente a través de un diagrama de flujo conforme a las directrices PRISMA, permitiendo visualizar de manera ordenada y transparente cada etapa del procedimiento de inclusión (Anexo 3).

3.6 Plan de análisis

Para la recopilación y el análisis de los resultados en esta revisión de alcance, se utilizó tablas de contenido diseñadas por el equipo investigador mediante el programa Microsoft Excel formando así una “Matriz de extracción de datos” donde se recolectaron las siguientes variables: Título, referencia, autores, año de publicación, tipo de página, país de origen, idioma, tipo de estudio, enfoque, diseño de estudio, tamaño de muestra, edad, sexo, objetivos, protocolo de RM, secuencias de RM, parámetros de las secuencias de RM, tiempo de adquisición, ventajas y limitaciones.

3.7 Análisis de datos y presentación de resultados

Para el análisis y presentación de los resultados, se emplearán tablas de contenido estructuradas en Microsoft Excel por los investigadores. En la primera fase, se

elaboró una tabla resumen que consolidó la información clave de los artículos, incluyendo información como autoría, año de publicación, título, tipo de diseño metodológico y población evaluada, entre otros aspectos relevantes. Posteriormente, los estudios fueron categorizados según el tipo de secuencia rápida utilizada, permitiendo visualizar patrones y tendencias en la aplicación de estas técnicas. Se incluyó una tabla adicional que sintetice los resultados por tipo de examen, detallando los parámetros técnicos evaluados (como tiempo de adquisición, TR, TE, resolución, entre otros), así como los métodos de evaluación y herramientas empleadas para su medición.

Este enfoque permitió identificar variaciones en la implementación de secuencias rápidas, facilitando la comparación entre estudios y el mapeo de brechas de evidencia en el contexto del trauma cerebral pediátrico.

IV. RESULTADOS

4.1 Características de los estudios seleccionados

Tipos de estudios: Se distribuyeron de acuerdo con el tipo de estudio, de los cuales 6 (66.7%) de ellos fueron estudios observacionales retrospectivos, 1 (11.1%) fue un estudio observacional prospectivo y finalmente 2 (22.2%) fueron estudios observacionales de implementación clínica (Gráfico 1).

Base de datos de las publicaciones: en los 9 estudios seleccionados para esta revisión, 3 (33.3%) de ellos fueron encontrados en Medline (Pubmed), 1 (11.1%) encontrado en Semantic Scholar, 3 (33.3%) encontrados en Consensus, 2 (22.2%) por búsqueda por citas de artículos de Consensus. Sin embargo, de las bases de datos Ovid, Cochrane Library y Scielo no fue incluido ningún estudio (Anexo 2).

Medición de resultados: 4 artículos (44.4%) evaluaron la reducción del tiempo de adquisición mediante secuencias rápidas, 2 artículos (22.2%) se enfocaron en la implementación clínica de protocolos de RM rápida y 3 artículos (33.3%) validaron protocolos de RM rápida como alternativa a la TC para seguimiento o vigilancia en TCE.

Distribución geográfica: El 100% de los estudios fueron de EE. UU. (Tabla 1).

Contextos hospitalarios: Las nueve instituciones seleccionadas por los estudios se distribuyeron en distintos estados de EE. UU: Illinois y Pensilvania aportaron cada uno el 22,2% de los centros de estudio, mientras que Nueva York, Oregón, Carolina del Sur y Massachusetts representaron cada uno el 11,1%. Un centro de trauma acreditado Nivel I no especificó su ubicación, también equivalente al 11,1% del total (Tabla 1).

Año de publicación de los estudios seleccionados: El rango de publicación estuvo comprendido entre 2013 y 2024, siendo 44.4 % la mayoría de los artículos publicados en el año 2020 y los años 2015, 2016, 2019, 2021 y 2024 obtuvieron un 11.1% respectivamente (Gráfico 2).

Edad de la población: El rango comprendió 3 (33.3%) artículos centrados en lactantes menores de 2 años, 2 (22.2%) reportaron edades promedio entre 6 y 7 años, mientras que otros 3 (33.3%) incluyeron rangos amplios de 0 a 18 años y un solo estudio (11.1%) reportó únicamente pacientes menores de 6 años (Gráfico 3).

4.2 Descripción de los protocolos de secuencias rápidas

Se encontraron diversos protocolos de secuencias rápidas en la adquisición de imágenes en pacientes pediátricos con TCE. Cohen et al. (22) utiliza secuencias T2 HASTE multiplanar de 40 segundos cada una, complementadas con una imagen ponderada por susceptibilidad (SWI) de dos minutos, con un tiempo de adquisición inferior a 5 minutos. Shope et al. (23), por su parte, incluye siete secuencias, entre ellas nuevamente T2 HASTE multiplanar, imagen ponderada por difusión (DWI), recuperación de Inversión Atenuada por fluido (FLAIR T2) y eco de gradiente (GRE) en corte axial, con una duración total de siete minutos, realizadas en equipos Siemens 1.5T y 3T (Anexo 10). Lumba Brown et al. (24) incorpora otras secuencias adicionales en cortes axiales con parámetros técnicos para equipos de 1.5 T y 3 T como BRAVO 3D de TE: 3-5; TR: 2000; Flip angle: 15; FOV: 140-240 (1,5 y 3 T) y pASL de TE: 10 (1.5 T) y Min (3T); TR: 5000 (1.5 T) y 15-30 (3T): Flip angle: 90

(1.5 T) y 10-15 (3T); FOV: 140-240, así como las demás secuencias como DWI EPI de TE: >70 (1.5T) y 50 (3T); TR: >3500: Flip angle: 90; FOV: 140-240 en equipos

de 1.5 y 3 T, T2 FLAIR EPI de TE: >100; TR: >6000; Flip angle: 90; FOV: 140-240 en equipos de 1.5 y 3 T, GRE de TE: >20; TR: >500; Flip angle: 20; FOV: 140-240 en equipos de 1.5 y 3 T y SWI 3D de TE: Min (1.5T) y > 20 (3T); TR: 25-50 (1.5T) y 15-30 (3T); Flip angle: 10-15; FOV: 140-240 en equipos de 1.5 y 3 T alcanzando un tiempo total de 6 minutos. En el caso de Mehta et al. (11), igualmente reporta secuencias como la EPI T2 con TR:2000 ms y TE:25ms; EPI DWI con TR: 3000 ms y TE: 65 ms, FLAIR con TR 12 000 ms - TI: 2850 ms y TE: 135 ms, GRE T2 de TR: 550 ms y TE: 15 ms, TSE 72 de TR: 3500 ms y TE: 80 ms y de manera opcional la TSE T2 en plano coronal de TR: 3000 ms y TE: 80 ms en equipos Philips Achieva de 1.5T y 3T, reportando un tiempo total de 2.5 a 3 minutos, Berger et al. (25) describe el uso de GE Signa HDX y Siemens Skyra 3T con secuencias como la T2 FSE de TR:7.5s; TE: 92 ms; NEX: 2; GC: 5 mm/ 1.5 gap; ETL: 24; Tiempo: 1m 45 s , GRE de TR:7.5s; TE: 92 ms; NEX: 1; GC: 5 mm/ 1.5 gap; ETL: 24; Tiempo: 1m 45 s , IR T1 de TR:2500 s; TE: mínimo; NEX: 1; GC: 5 mm/ 1 gap; ETL: 7; Tiempo: 1m 19 s, DWI de TR:10000s; TE: mínimo; NEX: 2; GC: 5 mm/ 0 gap; ETL: n/a; Tiempo: 50 s, ssT2FSE de TR: mínimo; TE: 90 ms; NEX: 2; GC: 4 mm/ 0 gap; ETL: n/a; Tiempo: 37 s, alcanzando 6 minutos y 15 segundos, mientras que Appelbaum et al. (26) emplea secuencias SAP-EPI 3D y FLAIR RS-EPI con un tiempo de 7 a 9 minutos. (Tabla 2). Otros autores como Burns et al. (27), Ryan et al. (18), Appelbaum et al. (26) y Ramgopal (19) también mencionan protocolos con las siguientes secuencias: SSFSE T2, DWI, FLAIR, GRE Y SWI con tiempo total de adquisición entre 6 y 16 minutos.

4.3 Ventajas y limitaciones documentadas sobre el uso de secuencias rápidas

Se observa que las secuencias rápidas de RM presentan ventajas en donde diversos autores coinciden en la reducción de la necesidad de sedación. Burns et al (27) reportó que un 7% de su población requirieron ansiólisis, no especifica el rango de edad del porcentaje mencionado, pero su estudio en general representó a una población promedio de 6.4 años, siendo escolares, mientras que en los demás solo se recurrió al apoyo físico en reemplazo de la sedación en pacientes más pequeños. En contraste, Appelbaum et al. (26), Ryan et al. (18), Berger et al. (25), Lumba-Brown et al. (24), Mehta et al. (11), Ramgopal et al. (19), Shope et al. (27) y Cohen et al. (22) describen protocolos sin necesidad de sedación y con una tasa de completitud alta. Ryan et al. (18) obtuvo un 98% de éxito, Berger completó un 98% de sus estudios, Mehta et al. (11) reportó artefactos de movimiento en un 23.8% de sus pacientes pero fueron interpretables y Ramgopal et al. (19) reportó 3.6% fallidos obteniendo un 96% de éxito. Los demás autores completaron sus estudios sin fallos relevantes, con una tasa de éxito general entre 96% y 100%. Igualmente, varios estudios resaltan la disminución de la exposición a la radiación frente a otras técnicas de imagen. Otro aspecto destacado es su rapidez y aplicabilidad clínica, ya que se reportan tiempos de adquisición entre 2.5 y 16 minutos. Por último, estudios evidencian la capacidad de diagnóstico para hemorragias intracraneales, contusiones y lesiones axonales. Sin embargo, las limitaciones fueron: la menor sensibilidad para fracturas craneales y hemorragias pequeñas, la variabilidad técnica y la falta de protocolos uniformes. Se hace mención a contraindicaciones en pacientes con deterioro neurológico rápido, presión intracraneal elevada o presencia de metales, así como la dependencia a una

infraestructura avanzada y personal capacitado. Finalmente, reportan limitaciones diagnósticas y económicas, como una logística compleja y costos asociados a la tecnología de RM (Tabla 3).

V. DISCUSIÓN

La revisión de alcance tuvo como objetivo mapear la evidencia sobre la reducción del tiempo de adquisición en RM mediante secuencias rápidas en TCE pediátrico. Los hallazgos confirman que las técnicas ultrarrápidas se han incorporado como alternativa diagnóstica por su utilidad neurológica y ausencia de radiación. Esto coincide con Kessler et al. (13), quienes reportan que los protocolos abreviados disminuyen la necesidad de sedación sin comprometer la precisión diagnóstica. Asimismo, la diversidad metodológica y geográfica concuerda con Figaji (28), quien destaca el acceso variable a tecnologías avanzadas y la heterogeneidad internacional en el manejo del TCE pediátrico, ya que, cada vez se utiliza con más frecuencia, sobretodo en Estados Unidos en donde se evidencia que la adopción de protocolos rápidos de RM está ligada a la infraestructura avanzada disponible, en contraste con instituciones fuera de EE. UU.

Los resultados en este estudio demuestran que los protocolos de RM rápida en pacientes pediátricos con TCE tienden a priorizar la reducción del tiempo de adquisición sin comprometer la sensibilidad diagnóstica. En nuestra revisión, las secuencias más mencionadas fueron: T2 HASTE/SSFSE T2, GRE/SWI, DWI y T2 FLAIR. Cohen et al. (22) reporta un esquema basado en T2 HASTE multiplanar y SWI con un tiempo inferior a 5 minutos. En este sentido, Moon et al. (29) confirma la viabilidad de protocolos de 2.5 a 3 minutos en práctica clínica rutinaria, destacando su aplicabilidad para un cribado inicial y una eficiencia operativa. Esta comparación refuerza que, aunque existan variabilidades técnicas, los tiempos reportados en la literatura entre 3 y 5 minutos respaldan la factibilidad de integrar secuencias rápidas como SWI y HASTE en donde Shope (23) junto a otros autores

destacan su importancia, ya que, permite observar la lesión de forma macroscópica, así como Berger muestra su utilidad para la detección de hemorragias subdurales y subaracnoideas en neonatos (Anexo 9) y evitan artefactos de movimiento gracias a su origen como una secuencia singleshot Turbo Spin Echo que tras un único pulso de 90° , que aplica un tren de pulsos de 180° , cada eco generado es codificado con un gradiente de fase distinto, permitiendo llenar las líneas del espacio k con adquisición Half-Fourier, es decir, obtiene más de la mitad del espacio k y reconstruye el resto mediante simetría conjugada (30) (Anexo 13).

La inclusión de las secuencias DWI y FLAIR en los protocolos, observada en nuestros resultados y en los de Shope et al. (23), refuerzan su papel en la detección de hipoperfusión aguda, contusiones corticales y lesiones axonales traumáticas, esta última demostrada por Mehta, en el caso de una adolescente de 15 años (Anexo 10). Bonde et. al (31) menciona que la DWI es una secuencia eco de espín que incorpora dos gradientes (desfase y refase) alrededor del pulso de 180° , los gradientes inducen el desfase de los protones y aquellos que presenten restricción al movimiento se observan con hiperintensidad en la imagen ponderada por difusión (Anexo 15). Por otro lado, Popescu et al. (32) destaca que la secuencia FLAIR es particularmente útil para visualizar contusiones y hemorragias subaracnoideas, debido a que utiliza un pulso de inversión-recuperación para anular la señal del líquido cefalorraquídeo, cuando el vector de magnetización del mismo pasa su punto nulo, la magnetización longitudinal en el líquido es nula. La magnetización transversal del líquido cefalorraquídeo es insignificante y, por lo tanto, no se genera señal (33) (Anexo 14). Asimismo, la presencia de las secuencias GRE y SWI en múltiples protocolos confirman su sensibilidad para hemorragias y microhemorragias, consolidando su

rol como secuencias esenciales en trauma pediátrico cerebral. Beauchamp et al. (34) menciona que la secuencia SWI ha mejorado la sensibilidad de susceptibilidad en relación con T2*GRE convencional, esto debido a una mayor resolución de imagen y posprocesamiento, a pesar de ser una secuencia eco de gradiente ponderada en T2* que usa un pulso menor de 90° (Anexo 16), pero sin pulso de corrección de inhomogeneidad del campo magnético para que se generan variaciones ya sea debilitándolo o fortaleciéndolo, en donde, estructuras diamagnéticas como el agua y calcio, la disminuye; pero las paramagnéticas como el hierro y desoxihemoglobina la aumentan, produciendo cambios en la frecuencia de precesión y acumulación de fase (35).

Por otro lado, las secuencias menos frecuentes identificadas en nuestra revisión fueron: BRAVO 3D, SAP-EPI T1 y T2 3D y pASL. Lumba-Brown et al. (24) señala que la secuencia BRAVO 3D puede detectar lesiones significativas a fracturas a raíz de su criterio físico similar a la secuencia MPRAGE que consiste en un pulso de inversión (180°) que modifica la magnetización longitudinal de los tejidos, seguida de una adquisición 3D mediante eco gradiente con ángulos pequeños, la combinación de la preparación de inversión y la adquisición volumétrica produce un contraste ponderado en T1 que permite una excelente diferenciación anatómica y alta resolución espacial (36) (Anexo 17). Ferrazzano et al. (37) señala que secuencias rápidas como la EPI mejoran la predicción de desenlaces en TCE, ya que, genera múltiples ecos de gradiente tras una única excitación de RF gracias a las gradientes de codificación de frecuencia y fase, permitiendo adquirir múltiples líneas del espacio k en un solo ciclo de secuencia (30).

Además, De Rosa et al. (38) destaca la utilidad pronóstica de técnicas de perfusión como ASL/pASL en el TCE, aportando información adicional sobre hipoperfusión cerebral que complementa las secuencias convencionales debido a que funciona invirtiendo la magnetización de la sangre arterial mediante un pulso de 180° . Tras un tiempo de espera, la sangre marcada llega al tejido y se adquiere una imagen. Luego se obtiene otra imagen sin marcaje y ambas se restan. Como solo cambia la sangre, la diferencia de señal permite medir la perfusión (30). En conjunto, tanto nuestros resultados como los reportes externos muestran que las secuencias más mencionadas HASTE, GRE/SWI, DWI y FLAIR constituyen el núcleo diagnóstico, mientras que BRAVO 3D y SAP-EPI aparecen como complementos en protocolos abreviados de trauma pediátrico.

A diferencia de los protocolos tradicionales de RM cerebral en TCE pediátrico, como el propuesto por Ferrazano (39) hace mención a las secuencias como T1/T2, FLAIR, DWI, GRE y SWI dentro de su núcleo diagnóstico y PWI, DTI y MRS como secuencias de extensión para complementar el protocolo, con duraciones que oscilan entre los 18 y 35 minutos, en comparación con nuestros hallazgos en donde el protocolo menor es de 2.5 minutos y el mayor a 16 minutos.

Al analizar los parámetros técnicos reportados por los distintos autores, se logra observar que la eficiencia temporal depende de la interacción entre el campo magnético, los valores de TR/TE y la longitud de tren de ecos (ETL). LumbaBrown et al. (24) muestra cómo con un equipo de 3T logra reducir el TE, lo cual logra mejorar la relación señal/ruido. Barkovich et al. (40) discute que campos más altos, como 7T, aumentan la señal y resolución, lo que confirma que el cambio de 1.5T a 3T ya impacta en eficiencia. En cuanto a los valores de TR/TE, Mehta et al. (11)

reporta unos TR cortos (2000–3000 ms) y TE reducidos (25–65 ms), logrando tiempos totales de 2.5–3 minutos, lo cual va de la mano a lo que Kessler et al. (13) en su revisión sistemática señala que la variabilidad de TR/TE es uno de los factores más determinantes en protocolos rápidos, con rangos que permiten reducir adquisición a menos de 5 minutos. Respecto al ETL, Berger et al. (25) destaca uno elevado (24) en la secuencia FSE, lo que acorta el tiempo de adquisición (1m 45s por secuencia) y Geiger et al. (41) señala que un ETL largo se emplea de manera recurrente para reducir el tiempo en los protocolos rápidos de TCE pediátrico, confirmando que es un parámetro crítico para la eficiencia temporal. En conjunto, la comparación entre nuestros hallazgos y los reportes externos evidencian que la eficiencia temporal depende de los ajustes técnicos específicos, y que la reducción de TE en equipos de 3T, la selección de TR cortos y el uso de ETL elevados son estrategias recurrentes que permiten acortar la duración de los protocolos sin comprometer la sensibilidad diagnóstica y respalda la factibilidad de protocolos abreviados en TCE pediátrico.

Asimismo, se evidencia que las secuencias rápidas de RM presentan ventajas en el contexto pediátrico, una de ellas indica que la necesidad de sedación en protocolos de RM rápida para TCE pediátrico es mínima y depende principalmente de la edad. Burns (27) menciona que escolares (promedio de 6 años) presentaron mayor probabilidad de requerir ansiolisis (7%), esto debido a la limitada cooperación, mientras que el resto de la población de los artículos se completaron sin apoyo de anestesia. Este hallazgo coincide con lo descrito por Kessler et al. (13), quienes concluyen que los protocolos abreviados de RM disminuyen la sedación sin comprometer la precisión diagnóstica. Asimismo, Mehta (11) y Ramgopal (19)

reportaron ciertos artefactos por movimiento, pero fueron interpretables clínicamente (Anexo 8). La ausencia del uso de radiación frente a otras modalidades de imagen constituye un beneficio relevante en la población pediátrica, reforzado por Ha et al. (42), que demuestra que la RM ultrarrápida sugiere ser una alternativa en escenarios de cribado inicial, evitando la exposición innecesaria a radiación ionizante. Otro aspecto destacado en nuestros resultados es la capacidad de diagnóstico para contusiones, lesiones axonales y hemorragias intracraneales, esta última siendo demostrada por Shope en su protocolo al exponer un caso de una preescolar (Anexo 12). Asimismo, se presentó rapidez y aplicabilidad clínica, con tiempos de adquisición entre 2.5 y 16 minutos, lo cual favorece la eficiencia operativa.

Sin embargo, las limitaciones también fueron recurrentes. La menor sensibilidad para fracturas craneales y hemorragias pequeñas, observada en nuestros hallazgos, coincide con lo señalado por Kessler et al. (13) y Ha et al. (42), quienes advierten que la RM rápida no sustituye completamente a la TC en casos complejos. A ello, se suma la variabilidad técnica y la falta de protocolos uniformes, lo que compromete la reproducibilidad entre centros hospitalarios, aspecto enfatizado por el comité de protocolos de RM de la Federación Mundial de Imagen Pediátrica (WFPI) (43). En el plano clínico operativo, nuestros resultados reflejan contraindicaciones en pacientes con deterioro neurológico rápido o presión intracraneal elevada, además de la dependencia de infraestructura avanzada y personal capacitado, lo que restringe su aplicabilidad en instituciones con recursos limitados. Ha et al. (42) destacan estas barreras de implementación, señalando que la disponibilidad tecnológica, la validación institucional y los costos asociados a la

actualización de los distintos equipos pueden limitar la adopción rutinaria de la RM ultrarrápida en el área de pediatría.

En este contexto, las limitaciones identificadas abren la posibilidad de futuras líneas de investigación. Se recomienda el desarrollo de estudios que permitan lograr establecer protocolos comparables entre instituciones, con el fin de reducir la variabilidad técnica. Asimismo, resulta necesario profundizar en investigaciones que evalúen la sensibilidad diagnóstica de las secuencias rápidas en fracturas craneoencefálicas y hemorragias pequeñas, dado que esta limitación fue reiterada por diversos autores y constituye un aspecto crítico en pacientes pediátricos. Otra línea de investigación necesaria es la incorporación de nuevas secuencias y tecnologías en protocolos rápidos, con el objetivo de ampliar la cobertura diagnóstica, reducir las complicaciones y artefactos en pacientes no colaborativos y evaluar su relación costo-efectividad. Asimismo, se considera prioritario reforzar las implicaciones prácticas para los servicios de emergencia y para la toma de decisiones clínicas, así como explorar la implementación de estos protocolos en hospitales con distintos niveles de recursos.

VI. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente trabajo presenta ciertas limitaciones a considerar para la interpretación de sus resultados. En primer lugar, la literatura disponible sobre los parámetros de resonancia magnética rápida resultó poco específica, lo que restringe la posibilidad de poder establecer comparaciones homogéneas, Asimismo, algunos artículos no se centraban en una sola patología, sin que incluyeron diversas afecciones cerebrales, pudiendo diluir la precisión de las conclusiones para cada entidad, por lo cual solo, se incluyó los que especificaba la cantidad de población de la patología a estudiar la cual es el traumatismo craneoencefálico. Finalmente, la mayoría de los artículos revisados empleaban la tomografía computarizada como método comparativo; sin embargo, este criterio fue excluido de nuestro estudio, priorizando únicamente aquellos trabajos que ofrecían un seguimiento clínico, no comparación directa, lo que redujo el número de referencias disponibles y limitó la generalización de los hallazgos.

VII. CONCLUSIONES

La revisión de alcance evidenció que las secuencias rápidas de resonancia magnética en el trauma cerebral pediátrico sugieren ser una alternativa segura y eficiente frente a otras modalidades de imagen. Entre sus principales beneficios destaca la ausencia de radiación ionizante y la menor necesidad de sedación, debido a los tiempos reducidos de exploración. La sedación no está exenta de riesgos, los cuales pueden ir desde reacciones alérgicas hasta la muerte. El empleo de secuencias como T2 HASTE/SSFSE, GRE/SWI, DWI y FLAIR permite acortar el tiempo de adquisición y detectar hemorragias intracraneales, contusiones y lesiones axonales, consolidando su valor clínico en el cribado inicial como en el seguimiento.

No obstante, la evidencia también expone limitaciones relevantes. Se identificó una menor sensibilidad frente a fracturas de cráneo y hemorragias pequeñas, así como variabilidad técnica derivada de la falta de estandarización y reproducibilidad de protocolos entre centros hospitalarios. Además, su implementación exige infraestructura adecuada, equipamiento tecnológico avanzado y personal capacitado, lo que puede representar una barrera. A ello se suman las dificultades económicas y logísticas, ya que los costos asociados pueden restringir su adopción, especialmente en escenarios de urgencia.

Finalmente, la evidencia sugiere que la RM rápida constituye una alternativa diagnóstica potencialmente eficiente, segura y clínicamente aplicable en el TCE pediátrico, ya sea como herramienta complementaria o de vigilancia. Sin embargo, su consolidación requiere superar las limitaciones identificadas y fortalecer la estandarización de protocolos. En este contexto, es fundamental destacar la participación activa del Tecnólogo Médico en Radiología en el proceso de adquisición de imágenes, desde el adecuado posicionamiento del paciente y la selección de secuencias, hasta la optimización de parámetros, el control de artefactos por movimiento y la toma de decisiones en situaciones de urgencia, aspectos que resultan determinantes para garantizar calidad diagnóstica y seguridad del paciente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haydel M, Weisbrod L, Saeed W. Pediatric Head Trauma. StatPearls Publishing [Internet]. 2024 [citado 10 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK537029/>
2. Romero R, Guevara J, Cevallos G, Gárate G. Características clínicas y epidemiológicas de traumatismo craneoencefálico en pacientes pediátricos. Dominio Las Cienc. [Internet]. 2021[citado 12 de agosto de 2025]; 7(4):2171-89. Disponible en:<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383905.pdf>
3. Instituto Nacional de Salud del Niño: Al menos 10 niños por traumatismo craneoencefálico son atendidos a diario en el Servicio de Neurocirugía [Internet]. 2025 [citado 12 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/insn/noticias/1112874-insn-almenos-10ninos-por-traumatismo-craneo-encefalico-son-atendidos-a-diario-en-elservicio-deneurocirugia%C3%ADa>
4. Guillén D, Guillén D, Zea A, Situ Kcomt M, Reynoso C, Milla L, et al. Traumatismo craneoencefálico en niños atendidos en un hospital nacional de Lima, Perú, 2004-2011. Rev Perú Med Exp Salud Publica [Internet]. 2013 [citado 12 de agosto de 2025]; 30(4):630-4. Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/244/245>
5. Martínez IM, Minagorre PA. Manejo del traumatismo craneal pediátrico. Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Urgencias Pediátricas [Internet]. 2008 [citado 12 de agosto de 2025]; 264-82. Disponible en: https://serviciopediatria.com/wpcontent/uploads/2019/12/2008_Manejo-traumatismo-craneal-pedi%C3%A1trico.pdf
6. Gonzales RJ, Díaz PC, Martín JB, Such CF, González MDM, Fajardo DJM. Lesiones cerebrales traumáticas. Puesta al día. Revista Seram [Internet]. 2022 [citado 13 de agosto de 2025];1(1). Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9400>
7. Meneses SA, Villagrasa M, Tejedor S, Gimeno M, Martínez C. Imagen pediátrica. Un enfoque adaptado para el diagnóstico preciso en pacientes jóvenes. Ocronos - Editorial Científico-Técnica [Internet]. 2025 [citado 13 de agosto de 2025]; 8(6): 67. Disponible en: <https://revistamedica.com/imagen-pediatria-enfoque-adaptado-diagnostico/>
8. Grover VPB, Tognarelli JM, Crossey MME, Cox IJ, Taylor-Robinson SD, McPhail MJW. Magnetic Resonance Imaging: Principles and Techniques: Lessons for Clinicians. J Clin Exp Hepatol. 2015;5(3):246–255. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973703X15004156>

9. Calle D, Navarro T. Basic Pulse Sequences in Magnetic Resonance Imaging. Preclinical MRI [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2018 [citado 13 de agosto de 2025]; p.21-37. (Methods in Molecular Biology; vol. 1718). Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-7531-0_2
10. Largo-Pineda CE, Arenas-Correa ID, Ángel-González GJ, Vélez-Arango JM, Calvo-Betancur VD, Arango-Zapata AN. Eventos adversos en pacientes pediátricos sometidos a resonancia magnética bajo sedación o anestesia. Rev Colomb Anestesiol. 2017;45(1):8-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rca.2016.09.004>
11. Mehta H, Acharya J, Mohan AL, Tobias ME, LeCompte L, Jeevan D. Minimizing Radiation Exposure in Evaluation of Pediatric Head Trauma: Use of Rapid MR Imaging. Am J Neuroradiol [Internet]. 2016 [citado 13 de agosto de 2025]; 37(1):11-8. Disponible en: <https://www.ajnr.org/content/37/1/11>
12. Sheridan DC, Newgard CD, Selden NR, Jafri MA, Hansen ML. QuickBrain MRI for the detection of acute pediatric traumatic brain injury. J Neurosurg Pediatr. 2017 Feb;19(2):259264, [citado el 03 de octubre de 2025]. doi: 10.3171/2016.7.PEDS16204.
13. Kessler B, Goh J, Pajer H, Asher A., Northam W, Hung S, et al. JNS Pediatrics [Internet]. 2021 [citado 13 de agosto de 2025]; 28(3): 278-286. Rapid-sequence MRI for evaluation of pediatric traumatic brain injury: a systematic review. Disponible en: <https://thejns.org/pediatrics/view/journals/j-neurosurg-pediatr/28/3/articlep278.xml>
14. Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. Scoping studies: advancing the methodology. Implement Sci. [Internet] 2010 Sep 20 [citado el 03 de octubre de 2025];5:69. Disponible en; doi: [10.1186/1748-5908-5-69](<https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>)
Hernández M, Bouzas M, González A, García R, Garde A, Suárez
Epidemiología del traumatismo craneoencefálico grave pediátrico: 15 años de experiencia en una unidad de politraumatismos infantil. [Internet]. 2021 [citado 13 de agosto de 2025];(33):70-7. Disponible en: https://revistaemergencias.org/wpcontent/uploads/2023/08/Emergencias-2021_33_1_7375-75.pdf
15. Pérez L, Osorio L, Díaz J, Florez S, Barreto J, Hernández R, et al. Fisiopatología del TEC Grave en UCI en Adultos y Niños. Cienc Lat Rev Científica Multidiscip [Internet]. 2023 [citado 13 de agosto de 2025];7(5):1145-58. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7792>

16. González M. Protocolos diagnósticos y terapéuticos en urgencias de pediatría. Sociedad Española de Urgencias de Pediatría (SEUP). [Internet]. 2024 [citado 13 de agosto de 2025]; 4: 1-10. Disponible en: https://seup.org/wpcontent/uploads/2024/04/18_Trauma_craneal_4ed.pdf
17. Ryan M. Detección rápida de traumatismo craneoencefálico por maltrato mediante resonancia magnética. Radiología Pediátrica [Internet]. 2020 [citado 13 de agosto de 2025]; 50: 13-14. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-019-04481-7>
18. Ramgopal S, Karim SA, Subramanian S, Furtado AD, Marin JR. Rapid brain MRI protocols reduce head computerized tomography use in the pediatric emergency department. BMC Pediatr [Internet]. 2020 [citado 13 de agosto de 2025]; 20(1):14. Disponible en: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-0201919-3>
19. Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z. Manual para la Síntesis de Evidencia del JBI. JBI [Internet]. 2024 [citado 27 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://synthesismanual.jbi.global>
20. Page M, McKenzie J, Bossuyt P, Boutron I, Hoffmann T, Mulrow C, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol. [Internet]. 2020 [citado 27 de agosto de 2025]; 74(9): 790-799. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-actua-li-articuloS0300893221002748-pdf>
21. Cohen AR, Caruso P, Duhaime AC, Klig JE. Feasibility of “rapid” magnetic resonance imaging in pediatric acute head injury. The American Journal of Emergency Medicine. 2015;33(7):887-90, [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2015.03.052>
22. Shope C, Alshareef M, Larrew T, Bolling C, Reagan J, Yazdani M, et al. Utility of a pediatric fast magnetic resonance imaging protocol as surveillance scanning for traumatic brain injury. Journal of Neurosurgery: Pediatrics. 2021;27(4):475-81, [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3171/2020.8.PEDS20496>
23. Lumba-Brown A, Lee MO, Brown I, Cornwell J, Dannenberg B, Fang A, et al. Emergency department implementation of abbreviated magnetic resonance imaging for pediatric traumatic brain injury. JACEP Open. 2020;1(5):994-9, [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: [https://www.jacepopen.com/article/S2688-1152\(24\)00582-4/fulltext](https://www.jacepopen.com/article/S2688-1152(24)00582-4/fulltext)
24. Berger RP, Furtado AD, Flom LL, Fromkin JB, Panigraphy A,

Implementation of a brain injury screen MRI for infants at risk for abusive head trauma. *Pediatr Radiol*. 2020;50(1):75-82. doi:10.1007/s00247-019-

04506-1, [citado el 30 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-019-04506-1>

25. Appelbaum R, Hoover T, Azari S, Dunstan M, Li PM, Sandhu R, Browne M. Desarrollo e implementación de un protocolo piloto de reducción de radiación para traumatismos craneoencefálicos pediátricos. *J Surg Res*. 2020 Nov;255:111-117, [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022480420303255?via=ihub>
26. Burns BS, Nouboussi N, DeVane K, Andrews W, Selden NR, Lin A, et al. Increasing Use of Rapid Magnetic Resonance Imaging for Children with Blunt Head Injury. *The Journal of Pediatrics*. 2024;272:114099, [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2024.114099>
27. Figaji A. An update on pediatric traumatic brain injury. *Childs Nerv Syst* [Internet]. 2023;39(11):3071–81, [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00381-023-06173-y>
28. Moon HE, Ha JY, Choi JW, Lee SH, Hwang J-Y, Choi YH, et al. Ultrafast MRI for pediatric brain assessment in routine clinical practice.
29. Brix G, Kolem H, Nitz WR, Bock M, Huppertz A, Zech CJ, Dietrich O. Basics of magnetic resonance imaging and magnetic resonance spectroscopy. *Magnetic resonance tomography*. Berlin: Springer [Internet]. 2008. p. 3-167. [citado el 23 de febrero de 2026]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7121495/?utm_source=
30. Bonde A, Andreazza Dal Lago E, Foster B, Javadi S, Palmquist S, Bhosale P. Utility of the diffusion weighted sequence in gynecological imaging: review article. *Cancers* [Internet]. 2022 ;14(18):4468 [citado el 23 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6694/14/18/4>
31. Popescu C-M, Marina V, Avram G, Cristescu Budala CL. Spectrum of magnetic resonance imaging findings in acute pediatric traumatic brain injury - A pictorial essay. *J Multidiscip Healthc* [Internet]. 2024 [citado el 29 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.dovepress.com/spectrum-of-magnetic-resonance-imaging-findings-in-acute-pediatric-tra-peer-reviewed-fulltext-article-JMDH>
32. Saranathan M, Worters PW, Rettmann DW, Winegar B, Becker J. Physics for clinicians: fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) and double inversion recovery (DIR) imaging. *J Magn Reson Imaging* [Internet]. 2017 Dec [citado el 23 de febrero de 2026];46(6):1590-1600. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmri.25737>

33. Beauchamp MH, Ditchfield M, Babl FE, Kean M, Catroppa C, Yeates KO, et al. Detecting traumatic brain lesions in children: CT versus MRI versus susceptibility weighted imaging (SWI). *J Neurotrauma* [Internet]. 2011;28(6):915–27, [citado el 30 de noviembre de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1089/neu.2010.1712>
34. Aker L, Abandeh L, Abdelhady M, Aboughalia H, Vattoth S. Susceptibilityweighted imaging in neuroradiology: practical imaging principles, pearls and pitfalls. *Curr Probl Diagn Radiol* [Internet]. 2022 Jul-Aug. ;51(4):568–578 [citado el 23 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34210556/>
35. Brown MA, Semelka RC. Magnetic resonance imaging: principles and applications. **J Magn Reson Imaging** [Internet]. 2003 May [citado el 23 de febrero de 2026];17(5):653–669. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4609219/>
36. Ferrazzano PA, Rebsamen S, Field AS, Broman AT, Mayampurath A, Rosario B, et al. MRI and clinical variables for prediction of outcomes after pediatric severe traumatic brain injury. *JAMA Netw Open* [Internet]. 2024;7(8):e2425765, [citado el 30 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2821952>
37. De Rosa S, Carton F, Grecucci A, Feraco P. Prognostic Utility of Arterial Spin Labeling in Traumatic Brain Injury: From Pathophysiology to Precision Imaging. *Pathophysiology to Precision Imaging*. el 8 de abril de 2025;12, [citado el 30 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-4087/6/3/73>
38. Ferrazzano PA, Rosario BL, Wisniewski SR, Shafi NI, Siefkes HM, Miles DK, Alexander AL, Bell MJ; Investigators of the ADAPT Trial. Use of magnetic resonance imaging in severe pediatric traumatic brain injury: assessment of current practice. *J Neurosurg Pediatr*. [Internet]. 2019 Feb 8;23(4):471-9. [citado el 18 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30738383/>
39. Jernstedt Barkovich AJ, et al. Ultra-high field MRI (7T) in pediatrics: opportunities and limitations. *Neuroimage Clin*. [Internet]. 2025. [citado el 18 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-025-06231-4>
40. Geiger J, et al. Paediatric traumatic brain injury: unique population and unique challenges. *Brain*. [Internet]. 2025;awaf459. [citado el 18 de febrero del 2026]. Disponible en: <https://academic.oup.com/brain/advancearticle/doi/10.1093/brain/awaf459/8379253>
41. Ha JY, Baek HJ, Ryu KH, Choi BH, Moon JI, Park SE, et al. One-minute ultrafast brain MRI with full basic sequences: Can it be a promising way forward for pediatric neuroimaging? *AJR Am J*

- Roentgenol [Internet]. 2020;215(1):198–205, [citado el 30 de noviembre de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.19.22378>
42. Ferraciolli SF, Boechat MI, Shu Y, Anu M, Harris C, Van Vorstenbosch-Lynn E, et al. International standardization of pediatric magnetic resonance imaging protocols: creation of the World Federation of Pediatric Imaging MR Protocols Committee. *Pediatr Radiol* [Internet]. 2025;55(3):375–83, [citado el 30 de noviembre de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-024-06154-6>
 43. Haacke E, Brown R, Thompson M, Venkatesan R. *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Liss. [Internet]. 2014 Capítulo 13: Imaging Time and Efficiency. [citado 27 de agosto de 2025]; p. 509–530. Disponible en: <https://mix.isi.uu.nl/wp-content/uploads/2020/04/2014-HAACKE-Magnetic-Resonance-Imaging-Physical-Properties-and-Sequence-Design.pdf>
 44. Westbrook C, Talbot J. *MRI in Practice*. 5th ed. Hoboken: WileyBlackwell. [Internet]. 2019. Capítulo 4: Pulse Sequences. [citado 27 de agosto de 2025]; p. 85–122. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=HrBIDwAAQBAJ&printsec=frontmatter&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 45. Arruej Gracia R, Bosque Ferrer S, Alriols Andres L, Ledesma López M, Ejarque Roca D, Villa Pobo R. Parámetros técnicos en la obtención de la imagen de resonancia magnética [Internet]. *RSI - Revista Sanitaria de Investigación*. [citado 2 de octubre de 2025]. Disponible en: [Parámetros técnicos en la obtención de la imagen de resonancia magnética](#)
 46. Fletcher R, Fletcher S, Fletcher G. *Clinical Epidemiology: The Essentials*. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer [Internet]. 2014. Capítulo 8: Diagnosis. [citado 27 de agosto de 2025]; p. 108–131. Disponible en: <https://elibrary.klintapscogas.edu.gh/wpcontent/uploads/2024/06/ClinicalEpidemiology-The-Essentials-PDFDrive-.pdf>

IX. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1

Perfil de los estudios

AUTOR	AÑO DE PUBLICACIÓN	PAÍS	ENFOQUE Y TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO DEL ESTUDIO	POBLACIÓN
Ryan M.	2019	Alemania: 11.1%	Cuantitativo observacional retrospectivo	Evaluar el uso de secuencias rápidas de resonancia magnética sin sedación para detectar hemorragias intracraneales en lactantes con sospecha de trauma por maltrato.	158 pacientes
Ramgopal S. et al.	2020	Estados Unidos; 88.9%	Cuantitativo observacional retrospectivo	Evaluar la implementación de protocolos de resonancia magnética rápida el servicio de emergencia pediátrica mediante secuencias abreviadas específicas.	44 pacientes
Berger R. et al.	2020		Cuantitativo observacional retrospectivo	Desarrollar e implementar una guía para reducir la exposición a radiación en trauma craneal pediátrico, utilizando RM rápida como modalidad preferente para estudios de seguimiento	132 pacientes

Mehta H. et al.	2016		Cuantitativo observacional restrospectivo	Evaluar la validez de la resonancia magnética rápida (rMRI) como alternativa a la tomografía computarizada (TC) para el seguimiento por imágenes en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico leve.	103 pacientes
Burns B. et al.	2024		Cuantitativo observacional prospectivo	Aumentar el uso de RM rápida como modalidad primaria en TBI leve pediátrico, y estandarizar la inclusión de secuencia GRE	802 pacientes
Shope C. et al.	2021		Cuantitativo observaciona retrospectivo	Determinar la viabilidad de la resonancia magnetica "rapida" (rMRI) versus la tomografia computarizad a sin contraste para pacientes pediatricos con posible lesion cerebral traumatica en un servicio de urgencia de atencion terciaria urbano.	90 pacientes

Cohen A. et al.	2015		Cuantitativo observacional retrospectivo	Utilidad de un protocolo modificado de MRI centrado en el trauma como alternativa a la TC de vigilancia en el contexto del TCE agudo en pacientes pediatricos, reduciendo asi la exposicion a la radiacion y mejorando el rendimiento diagnostico.	40 pacientes
Lumba- Brown A. et al.	2020		Cualitativo observacional implementaci3n cl3nica	Describir la ciencia y aplicaciones clinicas de la resonancia magnetica cerebral abreviada como una alternativa diagnostica viable y precisa frente a la TC en casos de traumatismo craneoencefalico o pediatrico y presentar el desarrollo e implementaci3n de un protocolo modelo para el uso de MRI abreviada en el departamento de emergencias.	No reportado

Appelbaum R. et al.	2020		Cuantitativo observacional implementación clínica	Evaluar la factibilidad de usar un protocolo de RM para detectar hemorragia intracraneal en lactantes con riesgo de traumatismo craneal abusivo y comparar la secuencia rápida ssT2FSE vs T2FSE	158 pacientes
---------------------	------	--	---	---	---------------

Tabla 2

Descripción de los protocolos

AUTOR	PROTOCOLOS	TESLA (1.5, 3 O AMBAS)	MARCA Y MODELO DE EQUIPO	PARAMETROS TECNICOS	TIEMPO TOTAL DEL PROTOCOLO
Ryan M.	- Corte: axial ; Secuencia: SSFSE T2-W - Corte: axial ; Secuencia: DWI - Corte: axial ; Secuencia: GRE - Corte: coronal ; Secuencia: FLAIR T1 - Corte: axial; Secuencia: FSE T2 W	No reportado	No reportado	No reportado	No reportado
Ramgopal S. et al.	- Corte: axial; Secuencia: DWI - Corte: axial; Secuencia: GRE - Corte: axial; Secuencia: T2 Propeller - Corte: coronal; Secuencia: FLAIR T1 - Corte: axial; Secuencia: 3D SWAN - Corte: axial; Secuencia: FLAIR - Corte: axial; Secuencia: SSFSE T2	1.5 T y 3 T	- GE Healthcare Signa 1.5T y 3T - Siemens Skyra 3T	No reportado	16 minutos

Appelbaum R. et al.	<ul style="list-style-type: none"> - Secuencia: SAP-EPI T1 3D - Secuencia: SAP-EPI T2 3D - Secuencia: FLAIR RS-EPI - Secuencia: DWI Dual Echo 	No reportado	No reportado	No reportado	7 - 9 minutos
Mehta H. et al.	<ul style="list-style-type: none"> - Corte: axial; Secuencia: EPI de disparo único T2 - Corte: axial; Secuencia: EPI de disparo único Difusión - Corte: axial; Secuencia: FLAIR de disparo único - Corte: axial; Secuencia: T2 eco de campo rápido - Corte: axial; Secuencia: TSE T2 - Corte: coronal; Secuencia: TSE T2 Opcional 	1.5 T y 3 T	<ul style="list-style-type: none"> - Philips Healthcare Achieva 1.5T - Philips Healthcare Achieva 3T 	<ul style="list-style-type: none"> - TR: 2000 ms; TE: 25 ms - TR: 3000 ms; TE: 65 ms - TR 12 000 ms; TI: 2850 ms; TE: 135 ms - TR: 550 ms; TE: 15 ms - TR: 3500 ms; TE: 80 ms - TR: 3000 ms; TE: 80 ms 	2.5 a 3 minutos
Burns B. et al.	<ul style="list-style-type: none"> - Corte: axial; Secuencia: TSE T2 - Corte: coronal; Secuencia: TSE T2 - Corte: sagital; Secuencia: TSE T2 - Secuencia: GRE / DWI 	No reportado	No reportado	No reportado	8 - 9 minutos
Cohen A. et al.	<ul style="list-style-type: none"> - Corte: axial, coronal y sagital; Secuencia: T2 HASTE - Imágenes ponderadas por susceptibilidad magnética 	No reportado	No reportado	No reportado	3 a 4 minutos

<p>Shope C. et al.</p>	<p>- Corte: axial, coronal y sagital; Secuencia: HASTE T2 - Corte: axial; Secuencia: FLAIR T2 - Corte: axial; Secuencia: DWI - Corte: axial; Secuencia: ADC - Corte: axial; Secuencia:GRE</p>	<p>1.5 T y 3 T</p>	<p>- Siemens Healthcare Scanner</p>	<p>No reportado</p>	<p>7 minutos</p>
<p>Lumba- Brown A. et al.</p>	<p>1.5 T - Corte: axial; Secuencia: T1 BRAVO or SPGR - Corte: axial; Secuencia: DWI EPI, b=0 y 1000 - Corte: axial; Secuencia: T2 FLAIR EPI or FSE - Corte: axial; Secuencia: Eco de gradiente - Corte: axial; Secuencia: SWI 3D - Corte: axial; Secuencia: pCASL (PASL if pCASL not available)</p> <p>3T - Corte: axial; Secuencia: T1 BRAVO or SPGR - Corte: axial; Secuencia: DWI EPI, b = 0 y 1000 - Corte: axial; Secuencia: T2 FLAIR EPI or FSE - Corte: axial; Secuencia: Eco de gradiente</p>	<p>1.5 T y 3 T</p>		<p>No reportado</p>	<p>6 minutos</p>

	<p>- Corte: axial; Secuencia: SWI 3D SWI</p> <p>- Corte: axial; Secuencia: pCASL (PASL if pCASL not available)</p>				
<p>Berger R. et al.</p>	<p>- Corte: axial; Secuencia: T2FSE</p> <p>- Corte: axial; Secuencia: GRE</p> <p>- Corte: coronal; Secuencia: IR T1</p> <p>- Corte: axial; Secuencia: DWI</p> <p>- Corte: axial; Secuencia: ssT2FSE</p>	<p>1.5 T y 3 T</p>	<p>- GE Healthcare Signa HDX 1.5T y 3T</p> <p>- Siemens Skyra 3T</p>	<p>- TR:7.5s ; TE: 92 ms; NEX: 2; GC: 5 mm/ 1.5 gap ; ETL: 24; Tiempo: 1m 45 s</p> <p>- TR:7.5s ; TE: 92 ms; NEX: 1; GC: 5 mm/ 1.5 gap ; ETL: 24; Tiempo: 1m 45 s</p> <p>- TR:2500 s ; TE: mínimo; NEX: 1; GC: 5 mm/ 1 gap ; ETL: 7; Tiempo: 1m 19 s</p> <p>- TR:10000s ; TE: mínimo; NEX: 2; GC: 5 mm/ 0 gap ; ETL: n/a; Tiempo: 50 s</p> <p>- TR: mínimo; TE: 90 ms; NEX: 2; GC: 4 mm/ 0 gap ; ETL: n/a; Tiempo: 37 s</p>	<p>6 minutos 15 seg.</p>

Tabla 3

Ventajas y limitaciones documentadas sobre el uso de secuencias rápidas

AUTOR	VENTAJAS			DESVENTAJAS			
	SEGURIDAD DEL PACIENTE	CLÍNICO	APLICABILIDAD INSTITUCIONAL	LIMITACIONES OPERATIVAS	VARIABILIDAD TÉCNICA	RESTRICCIONES CLÍNICAS	LIMITACIONES DIAGNÓSTICAS
Ryan M.	Disminución de la necesidad de sedación.	Detección eficiente de hemorragias intracraneales:	Integración exitosa en entornos clínicos reales.	-	Ausencia de un protocolo uniforme entre centros.	Menor sensibilidad para fracturas óseas	Baja sensibilidad para hemorragias pequeñas.
Ramgopal S. et al.	Bajo requerimiento de estudios adicionales.	-	Implementación efectiva en emergencia pediátrica.	Dependencia de protocolos estandarizados.	Falta de homogeneidad en la ejecución técnica debido a la ausencia de	Insuficiencia como único estudio en casos complejos.	Cobertura diagnóstica restringida.

					un protocolo universal.		
Appelbaum R. et al.	Evita la exposición a radiación y necesidad de sedación.	-	Reducción significativa de costos hospitalarios y estudios repetidos.	Uso restringido a estudios de seguimiento.	Experiencia limitada con la técnica.	Contraindicada en pacientes con deterioro neurológico rápido, presión intracraneal o presencia de metal.	No adecuada como herramienta única en contextos agudos complejos.
Mehta H. et al.	Evita la exposición a radiación y necesidad de sedación.	-	Facilidad de implementación en entornos pediátricos.	Duración mayor que la TC.	Disponibilidad limitada y necesidad de personal entrenado.	Susceptibilidad al movimiento del paciente.	Menor sensibilidad para detectar fracturas de cráneo en comparación con la TC.
Burns B. et al.	Evita la exposición a radiación y necesidad de sedación.	-	Implementación e integración del sistema	Mayor tiempo de atención para pacientes de urgencias	-	Susceptibilidad al movimiento del paciente.	Menor sensibilidad para fracturas óseas
Cohen A. et al.	Riesgos no asociados a la sedación.	-	Modalidad segura y viable que puede incorporarse en protocolos hospitalarios.	Retrasa los tiempos de atención debido a logística compleja.	Tiempos reducidos que limitan calidad de la imagen	No presenta adecuada visualización ante fracturas de cráneo.	No detecta fracturas de cráneo.

Shope C. et al.	Eliminación de la necesidad de sedación.	-	Rapidez y eficiencia operativa del protocolo.	No disponibilidad inmediata para diagnóstico inicial en urgencias.	-	RM rápida no validado en evaluación inicial de TEC pediátrico.	Sensibilidad <56% en detección de fracturas de cráneo en revisión ciega.
Lumba-Brown A. et al.	Menor necesidad de sedación	Detección de hemorragias, lesiones axonales y alteraciones en la perfusión cerebral	Adaptabilidad del protocolo en otros centros.	Dependencia de infraestructura y personal capacitado	Dependencia de equipos de 1.5 o 3T y software actualizado.	No detecta fracturas de cráneo.	Fracturas simples de cráneo y hemorragia subaracnoidea.
Berger R. et al.	Evita la exposición a radiación.	Detección de contusiones y hemorragias subaracnoideas	Alta factibilidad operativa 98% de estudios completados.	-	Susceptibilidad de la secuencia ssT2FSE al movimiento.	Limitación en pacientes con dificultad para permanecer quietos.	Menor sensibilidad para hemorragias pequeñas o subaracnoideas

Gráfico 1



Gráfico 2



Gráfico 3



ANEXOS

Anexo 1

VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo y escala de medición
Tiempo de adquisición de secuencia	Intervalo total de recopilación de datos necesarios para reconstruir una imagen de RM (20*44).	Tiempo de adquisición medido en segundos o minutos, desde el inicio hasta el final de la adquisición de una secuencia de RM.	Tiempo promedio ahorrado (minutos) o porcentaje de reducción	Cuantitativa continua.
Secuencias de RM	Conjunto de parámetros que controla la aplicación de los pulsos de radiofrecuencia y gradientes magnéticos para generar imágenes con distintos contrastes (21*45).	Secuencias de protocolos convencionales como T1, T2, FLAIR, STIR. Presencia o tipo de protocolo rápido utilizado, como single-shot fast spin echo, fast T2, DWI, etc.	Tipo de secuencia utilizada en cada estudio.	Cuantitativa politómica
Parámetros de la secuencia de RM	Valores técnicos configurados antes de la exploración para la optimización de la calidad diagnóstica de las imágenes. Incluyen tiempo de repetición, tiempo de eco, grosor de corte, matriz, campo de visión, entre otros (22*46).	Es la configuración específica de los parámetros en el software del equipo RM según protocolo institucional, tipo de estudio (anatómico, funcional, espectroscopia), región anatómica y características del paciente.	Cumplimiento técnico de los parámetros de adquisición en RM	Cuantitativa continua
Protocolo de RM	Conjunto de parámetros técnicos y secuencias utilizadas durante una exploración por RM (23*47).	Conjunto de secuencias con parámetros técnicos preestablecidos de forma sistemática en un estudio de RM. Se ubica por su nombre en el sistema y se registra directamente desde la consola del equipo.	Categoría de protocolo usado o descripción técnica de protocolo	Cualitativa politómica

Anexo 2

La búsqueda de artículos se realizó durante el periodo de tiempo del 10 de octubre del 2025 al 30 de noviembre del mismo año.

BASE DE DATOS

Base de datos	Consensus			
Plataforma	Consensus			
	Población	Concepto	Contexto	
Término libre	Pacientes pediátricos	Resonancia magnética rápida	Traumatismo craneoencefálico	AN D
<i>Rango de búsqueda: Desde 2013 hasta 2025</i>				

Número de artículos	160
----------------------------	-----

Base de datos	Pubmed				
Plataforma	Pubmed				
	Población	Concepto	Contexto	Artículos	
Mesh	Pediatrics	imágenes por resonancia magnética	Traumatismo craneoencefálico	2	OR

Término libre 1	Salud pediátrica OR bienestar infantil OR salud del niño OR pediatría	(imágenes de rmn OR imagen rmn OR resonancia magnética) AND (fast MRI OR secuencia rápida OR ultrafast MRI)	lesión en la cabeza OR traumatismo craneocerebral OR lesión craneoencefálica OR traumatismos craneales		
Keywords	Pediatría	imágenes por resonancia magnética	traumatismo craneoencefálico		
Término libre 2	Children	Rapid magnetic resonance imaging	head trauma	60	AND

Número de artículos	62	

Base de datos	Embase			
Plataforma	Ovid			
	Población	Concepto	Contexto	

Emtree	Child	Magnetic Resonance Imaging	HEAD TRAUMA	O R
Término libre	Pediatric patients	FAST MRI	Craniocerebral Trauma	
Keywords	Child	Magnetic Resonance Imaging	HEAD TRAUMA	
Número de artículos	558			

Base de datos	Cochrane Library			
Plataforma	Cochrane Library			
	Población	Concepto	Contexto	
Término libre	pediatric OR pediatric OR child OR infant OR neonat	rapid MRI OR fast MRI OR rapid-sequence MRI OR quick MRI OR FAST MRI	trauma OR traumatic brain injury OR TBI OR head injury	AN D

Número de artículos	
----------------------------	--

Base de datos	Semantic Scholar		
Plataforma	Semantic Scholar		

	Población	Concepto	Contexto	Artículos	
--	------------------	-----------------	-----------------	------------------	--

Término libre 1	Salud pediátrica OR bienestar infantil OR salud del niño OR pediatría	(imágenes de rmn OR imagen rmn OR resonancia magnética) AND (fast MRI OR secuencia rápida OR ultrafast MRI)	lesión en la cabeza OR traumatismo craneocerebral OR lesión craneoencefálica OR traumatismos craneales		
Keywords	Pediatría	imágenes por resonancia magnética	traumatismo craneoencefálico	250	OR
Término libre 2	pediatric	rapid MRI	trauma	194	AND

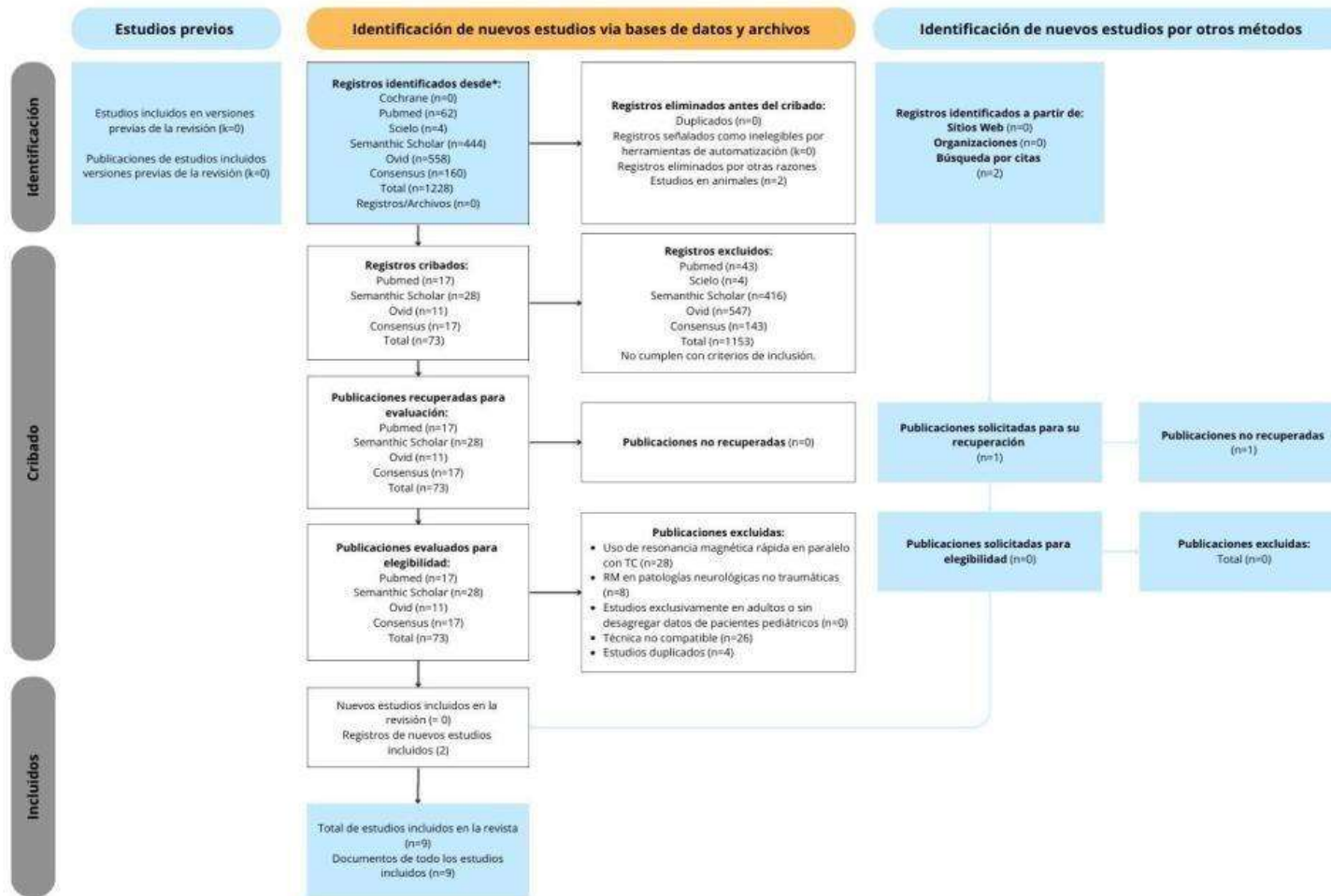
Número de artículos	444	

Base de datos	Scielo			
Plataforma	Scielo			
	Población	Concepto	Contexto	

Término libre	Salud pediátrica	imagen por resonancia magnética	Traumatismo craneoencefálico	AN D
Número de artículos	4			

Anexo 3

Prisma



Anexo 4
Matriz de extracción

Tau

LIN K	TIT U LO	AU TO RES	AÑ O DE PU BL ICA C IÓN	TI PO DE PÁ GI NA	PA ÍS DE O R I G E N O R E G I Ó N	IDI O MA	TIPO DE ESTU D I O	ENFOQ UE : CUALIT A TIVO O CUANTI T A TIVO	DISEÑ O DE ESTU D I O: O B S E R V A C I O N A L O E X P E R I M E N T A L	TAMA Ñ O DE MUE S T R A	CONT E XTOS HOSPI T A L A R I O S	EDAD	SEX O	OBJETIVO S	PROTOCO L O DE R M	SECUEN C IAS DE R M	PARÁM ET ROS DE LAS SECUE NC IAS DE R M	TIE M PO DE ADQ UISI C IÓN	VENTAJAS	LIMITACION E S
Det e c c i ó n r á p i d a d e i m á g e n e s p o r r e s o n a n c i a m a g n e t i c a	Det e c c i ó n r á p i d a d e i m á g e n e s p o r r e s o n a n c i a m a g n e t i c a p a r a t r a u	Ry a n M.	201 9	Art í c u l o o r i g i n a l (P D F y H T M L d i s p o n i b l e)	S p r i n g e r - V e r l a g G m b H , A l e m a n i a,	Ingl és	Obs e r v a c i o n a l R e t r o s p e c t i v o	C u a n t i t a t i v o	Obs e r v a c i o n a l	158 l a c t a n t e s	Ann & R o b e r t H. L u r i e C h i l d r e n ' s H o s p i t a l o f C h i c a g o	I n f a n t e s m e n o r e s d e 2 a ñ o s	N o e s p e c i f i c a d o	E v a l u a r e l u s o d e s e c u e n c i a s r á p i d a s d e r e s o n a n c i a m a g n e t i c a s i n s e d a c i ó n p a r a d e t e c t a r h e m o r r a g i a s i n t r a c r a n e a l e s e n l a c t a n t e s c o n s o s p e c h a d e t r a u m a	- o r t e : a x i a l ; S e c u e n c i a : S S F S E T 2 - W - o r t e : a x i a l ; S e c u e n c i a : D W I - o r t e : a x i a l ; S e c u e n c i a : G R E - o r t e : c o r o n a l ; S e c u e n c i a : F L A I R T 1 - o r t e : a x i a l ;	- S S F S E : E c o e s p í n r á p i d o d e d i s p a r o ú n i c o d e m e d i a a d q u i s i c i ó n - D W I : I m á g e n e s p o n d e r a d a s p o r d i f u s i ó n - G R E : e c o d e g r a d i e n t	N o r e p o r t a d o s	N o e s p e c i f i c a , s e h a c e m e n c i ó n a s u r a p i d e z y c o m p a t i b i l i d a d c o n e n t o r n o s c l í n i	- D e t e c c i ó n e f i c i e n t e d e h e m o r r a g i a s i n t r a c r a n e a l e s : l a s s e c u e n c i a s r á p i d a s p e r m i t i e n o n i d e n t i f i c a r l e s i o n e s r e l e v a n t e s e n l a c t a n t e s c o n s o s p e c h a d e t r a u m a	- S e n s i b i l i d a d s u b ó p t i m a p a r a h e m o r r a g i a s p e q u e ñ a s : e s t u d i o s p r e v i o s m u e s t r a n q u e r M R I p u e d e o m i t i r h e m o r r a g i a s e x t r a a x i a l e s d e p o c o s m i l í m e t r o s . - V a r i a b i l i d a d t é c n i c a e n t r e c e n t r o s : a l n o e x i s t i r u n p r o t o c o l o

para trau- matismos craneales por maltrato Radiología pediátrica	matismos craneales por maltrato													por maltrato.	Secuencia: FSE T2 W	e - FLAIR: recuperación por inversión con atenuación de líquido.		cos de alta demanda	por maltrato. - Aplicabilidad en contexto agudo: el protocolo fue implementado en un entorno clínico real con éxito operativo. - Secuencias específicas optimizadas para adquisición rápida y sensibilidad diagnóstica.	uniforme; las secuencias utilizadas varían ampliamente entre instituciones. - Limitaciones en documentación médico-legal: en casos con hallazgos equivocos o necesidad de evaluación forense, se requiere RM convencional completa. - Tam- año muestral limitado: el estudio base incluyó solo 13 pacientes con hallazgos traumáticos positivos, lo que limita la generalización.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------	---------------------------	--	--	------------------------------	--	---

Los protocolos de resonancia magnética cerebral	Los protocolos de resonancia magnética cerebral rápida	Ramgo pal. et al.	2020	Artículo original (PDF HTML disponible)	Chicago, USA	Inglés	Observacional Retrospectivo	Cuantitativo	Observacional	- Total de estudios de neuroimagen: 2360 estudios de neuroimagen - Total de estudios	Ann & Robert H. Lurie Children's Hospital of Chicago	- 1 año : 734 - a < 4 años: 283 - 4 a < 12 años: 621 - 2 a < 19 años: 722	No especificado	Evaluar la implementación de protocolos de resonancia magnética rápida el servicio de emergencia pediátrica mediante secuencias	- Corte: axial; Secuencia: DWI - Corte: axial; Secuencia: GRE - Corte: axial; Secuencia: T2 Propeller - Corte: coronal; Secuencia: FLAIR T1	C C C	- DWI: imágenes ponderadas por difusión -GRE: eco de gradiente - PROPELLER : líneas paralelas superpuestas	No reportados	16 minutos	- Aplicabilidad en urgencias: implementación efectiva en el servicio de emergencia pediátrica - Protocolos específicos por indicación: protocolos	- Cobertura diagnóstica restringida: las secuencias rápidas pueden obviar algunos hallazgos más sutiles que si se evidencian en una RM convencional - Dependencia de

plet o																				
http://www.vivo.unh.edu/surgicalsearch.com/article/5/abstract	Desarrollo e implementación de un protocolo de reducción de radiación para traumatismo	Appelbaum R. et al.	2020	Artículo original (PDF HTML disponible)	Estados Unidos	Inglés	Observacional Retrospectivo	Cuantitativo	Observacional	132 pacientes	Lehigh Valley Children's Hospital	Pacientes de 0 a 14 años, promedio de 6 años	63.6% pacientes masculinos y 36.4% pacientes femeninos	Desarrollar e implementar una guía para reducir la exposición a radiación en trauma craneal pediátrico, utilizando RM rápida como modalidad preferente para estudios de seguimiento	- Secuencia: SAP-EPI T1 3D - Secuencia: SAP-EPI T2 3D - Secuencia: FLAIR RS-EPI - Secuencia: DWI Dual Echo	- SAP-EPI T1 3D: Secuencia ponderada en T1 con eco de hélice de eje corto - SAP-EPI T2 3D: Secuencia ponderada en T2 con eco de hélice de eje corto - FLAIR RS-EPI: Recuperación de inversión atenuada por fluido con	No reportados	7-9 minutos	- La rbMRI no expone al paciente a radiación, reduciendo el riesgo de cáncer o tumores inducidos por radiación, especialmente en niños. - Permite obtener imágenes cerebrales en aproximadamente 7-9 minutos gracias a secuencias optimizadas.	- Se acordó que la rbMRI solo se usaría para estudios de seguimiento y no para la evaluación inicial, debido a la experiencia limitada con esta técnica. - La rbMRI no debía realizarse en pacientes con deterioro neurológico o rápido, presión intracraneal

	cran e oenc ef álico pedi át rico														trayector ia de lectura segmenta da - DWI Dual Echo: Imágenes ponderad as por difusión con eco dual		secuencias son suficientem ente rápidas y resistentes al movimient o, por lo que, evita la sedación en niños pequeños. - p uede detectar lesiones intracranea les con una sensibilida d igual o superior a la de la	al inestable o presencia de metal en el cuerpo.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

e/pi i/ S00 2 6?vi a %3 Di hub	en niño s con trau m atis mo cran e oen cef álic o cerr ad o			le)									secuencia GRE	Secuencia: GRE / DWI					
hTtp s= :H wv w.sc i enc e dire c t.co m/s ci enc e /art icl e/pi i/ 2015	Via bilit dad de la res on anci a ma gn etic a "ráp ida" en el trau m atis mo	Co h en A. et al.	20 15	Ar tí cul o ori gi na l (P D Fy HT M L dis pon ib le)	M as sa c hu s ett s, Bo s ton - Es t ad o s Un i do s	Ing lés	Obser vaci onal Retros pec tivo	Cuantit ativo	Obser vaci onal	90 menor es de 19 años 45 rRM 45 NCCT	Hospit al Gener al de Massa chu setts, Servic io de urgen cias pediá tricas	0 a 18 años con una edad media de 2,7 años	Determin ar la viabilid ad de la resonanci a magnética "rápida" (rMRI) versus la tomografi a computari zada sin contraste para pacientes pediátrico s con posible lesion	- Corte: axial, coronal y sagital; Secuencia: T2 HASTE - Imágenes ponderad as por susceptibi lidad magnética	Protocol o estanda r: - FLAIR: fluid attenuat ed inversio n recovery (recuper ació n de la inversió n atenuad a de liquido). - DWI axial:	Protocolo estandar: - T2 axial: 5 min - LAIR: 3-5 min - WI axial: 2-3 min en 6-12 direccione s - Imágenes en T1: 3 min	3 a 4 min uto s	- Tiempo de escaneo rápido gracias a secuencias HASTE (3- 4 minutos). - Evitar sedación gracias al tiempo. - Protocolo resistente a	T - Limitada visualizaci on de fracturas debido a la menor capacidad de la rMRI para detectar fracturas craneales. - Tiempo de adquisici on mayor.

https://thejns.org/pe-diatrias/vic-urnal-surg-pedi-atr/27/4/article-p475.xml	Utilidad de un protocolo de resonancia magnética pediátrica rápida como exploración de vigilancia para la lesión cerebral traumática	Shope et al.	2021	Artículo original (PDF)	Chardon, Carlin, Estados Unidos	Inglés	Observación Retrospectiva	Cuantitativo	Observacional	40 pacientes, 25 mujeres y 15 hombres	Universidad Médica de Carolina del Sur	14,6 días a 17 años y una promedio de 6,7 años	25 mujeres y 15 hombres	Utilidad de un protocolo modificado de MRI centrado en el trauma como alternativa a la TC de vigilancia en el contexto del TCE agudo en pacientes pediátricos, reduciendo así la exposición a la radiación y mejorando el rendimiento diagnóstico.	Secuencia: HASTE T2 Secuencia: FLAIR T2 Secuencia: DWI Secuencia: ADC Secuencia: GRE	- HASTE: Half-Fourier Acquisition Single-Shot - FLAIR: Fluid attenuation inversion recovery - DWI: imagen por difusión - ADC: coeficiente de difusión aparente - GRE: eco de gradiente	No específica	7 minutos	Alta sensibilidad de 100% para hemorragias extraaxiales, intraventriculares y subaracnoideas; ≥78% para hematomas epidurales, subdurales e intraparenquimatosos. Especificidad del 100% en hemorragias intracraneales. - No requiere sedación ni inmovilización, gracias a que se realiza en un tiempo no mayor de 7 minutos. - Util como herramienta de vigilancia.	- Tamaño de muestra pequeña, 40 pacientes incluidos. - Menor sensibilidad para fracturas craneales, revisión ciega (56%) - Dependencia de la tolerancia al movimiento. - Limitada disponibilidad en contexto tecnológico, no todos los centros cuentan con acceso a secuencias rápidas.
---	--	--------------	------	-------------------------	---------------------------------	--------	---------------------------	--------------	---------------	---------------------------------------	--	--	-------------------------	--	--	--	---------------	-----------	--	---

https://www.wjnc.com/article/4/fulltext	Implementación en urgencias de imágenes por resonancia magnética	Lumbar A. et al.	2020	Artículo original (PDF)	Stanford, California	Inglés	Observación de implementación clínica	Cualitativo	Observacional	no reportada	Centro de Trauma Pediátrico Nivel I y Centro de Trauma Adulto Nivel I	menos de 6 años	No reportada	Describir la ciencia y aplicaciónes clínicas de la resonancia magnética cerebral abreviada como una alternativa diagnóstica viable y precisa frente a la TC en casos de traumatismo craneoencefalicopediátrico y presentar el desarrollo e implementación de un protocolo	1.5 T - Secuencia: T1 BRAVO or SPGR - Secuencia: DWI EPI, b=0 y 1000 - Secuencia: T2 FLAIR EPI or FSE - Secuencia: Eco de gradiente - Secuencia: SWI 3D - Secuencia:	1.5 T y 3.0 T - BRAVO (Brain volume imaging - Imagen de volumen cerebral) or SPGR (Spoiled gradient recalled echo - Eco de gradiente recuperado con supresión de coherencia): - DWI (imagen por	1.5 T E: 3-5; TR: 2000; Flip angle: 15; FOV: 140-240 E: >70; TR: >3500; Flip angle: 90; FOV: 140-240 E: >100; TR: >6000; Flip angle: 90; FOV: 140-240 E: >20; TR: >500; Flip angle: 20; FOV:	6 min	- Sensibilidad de 92.8% y especificidad de 96.2% para detectar lesiones intracraneales en niños menores de 6 años. - Protocolos cortos disminuyen necesidad de sedación. - Secuencias SWI, DWI y FLAIR detecta hemorragias y lesiones	Menor sensibilidad para fracturas simples de craneo. Limitaciones en la detección de hemorragia subaracnoidea. - Falta de consenso clínico generalizado, ya que no existe una aceptación uniforme entre especialistas en el tema sobre cuando y como usar la RM abreviada en trauma pediátrico.
---	--	------------------	------	-------------------------	----------------------	--------	---------------------------------------	-------------	---------------	--------------	---	-----------------	--------------	---	---	--	--	-------	---	---

											<p>modelo para el uso de MRI abreviada en el departamento de emergencias.</p> <p>pCASL (PASL if pCASL not avalaible)</p> <p>3T</p> <p>orte: axial; Secuencia: T1 BRAVO or SPGR</p> <p>orte: axial; Secuencia: DWI EPI, b = 0 y b=1000</p> <p>orte: axial; Secuencia: T2 FLAIR EPI or FSE</p> <p>orte: axial; Secuencia: Eco de gradiente rapido), ETL - 30</p> <p>orte: axial; Secuencia: SWI 3D SWI</p> <p>orte: axial; Secuencia: pCASL (PASL if</p>	<p>difusión), EPI (imagen por eco planar), ETL 128 (longitud de tren de ecos), b=0 y 1000: valores de b en DWI (Factor de sensibilidad a la difusión) - b=0 sin sensibilidad a la difusión y b=1000 alta sensibilidad a la difusión. - FLAIR (recuperación de la inversión atenuada de liquido) EPI (imagen por eco planar) or FSE (eco de espin rapido), ETL - 30 (longitud del tren de ecos: 30, se adquieren 30 ecos por repetición) - GRE (eco recuperado</p>	<p>140-240</p> <p>E: Min; TR: 25-50; Flip angle: 10-15; FOV: 140-240 - TE: 10; TR: 5000; Flip angle: 90; FOV: 140-240 3.0 T</p> <p>E: 3-5; TR: 2000; Flip angle: 15; FOV: 140-240</p> <p>E: >50; TR: >3500; Flip angle: 90; FOV: 140-240</p> <p>E: >100; TR: >6000; Flip angle: 90; FOV: 140-240</p>	<p>axonales.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	------------------

													pCASL not available)	por gradiente) 2D (bidimensional) gradient echo (eco de gradiente) - SWI 3D SWI (imagen ponderada por susceptibilidad magnética tridimensional) - pCASL (PASL if pCASL not available): etiquetado de espín arterial pseudo-continuo y etiquetado de espín arterial por pulsos.	E: >20; TR: >500; Flip angle: 20; FOV: 140-240 E: Min; TR: 15-30; Flip angle: 10-15; FOV: 140-240 - TE: 10; TR: 6500; Flip angle: 90; FOV: 140-240					
http://link.springer.com/article	Implementación de una resonancia	Berger et al.	2020	Artículo original (PDF)	Estudios Unidos	Inglés	Observación de implementación clínica	Cuantitativo	Observacional	158 lactantes	Hospital Infantil UPMC de Pittsburgh	Menores de 12 meses	54% masculino, 46% femenino	Evaluar la factibilidad de usar un protocolo de RM para detectar hemorragia	Corte: axial; Secuencia: T2FSE Corte: axial; Secuencia: GRE Corte: coronal;	T2FSE: fast spin echo en ponderación T2 G RE: eco gradiente - IR T1:	- T2FSE axial: TR:7.5s ; TE: 92 ms; NEX: 2; Grosor de corte: 5 mm/ 1.5 gap ;	6 minutos	-Alta factibilidad (98% completado) - 99% de concordancia ssT2FSE/corT2FSE	-Un 2% de imágenes no interpretables por movimiento - La secuencia rápida ssT2FSE

Anexo 6

Presupuesto – Cronograma

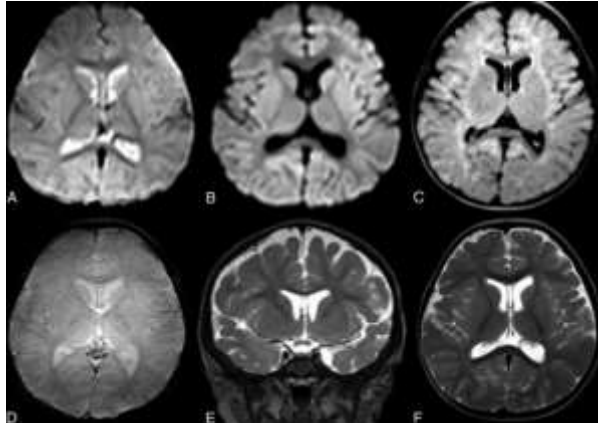
Descripción	Unidad	Cantidad	Periodo	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Servicio de telefonía móvil	Mes	3	5	50.00	750.00
Servicio de internet	Mes	3	5	60.00	900.00
Servicio de luz	Mes	3	5	100.00	1500.00
Laptop con software de oficina	Und	3	5	0	0
Artículos de paga	Und	1	1	60	60
		Financiamiento exter no			0
		Financiamiento pro io			32100

Anexo 7

Formato Cronograma

Actividades	AÑO 2025																AÑO 2026			
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 1			
	Se m 01	Se m 02	Se m 03	Se m 04	Se m 05	Se m 06	Se m 07	Se m 08	Se m 09	Se m 10	Se m 11	Se m 12	Se m 13	Se m 14	Se m 15	Se m 16	Se m 17	Se m 18	Se m 19	Se m 20
Elaboración del proyecto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
Revisión del proyecto											x	X								
Aprobación del proyecto												X								
Revisión de la literatura												x								
Redacción de informe													x							
Revisión de informe preliminar														x						

Anexo 8



Imágenes de muestra de un examen rutinario de resonancia magnética nuclear (RMN). Corte axial de campo rápido T2 de un solo disparo, ecoplanar (A); corte axial de un solo disparo, ponderada en difusión. (B), imágenes FLAIR de disparo único axial (C), eco de campo rápido T2 axial (T2*) (D), imágenes TSE T2 coronal (E) y imágenes TSE T2 axial (F).

Anexo 9

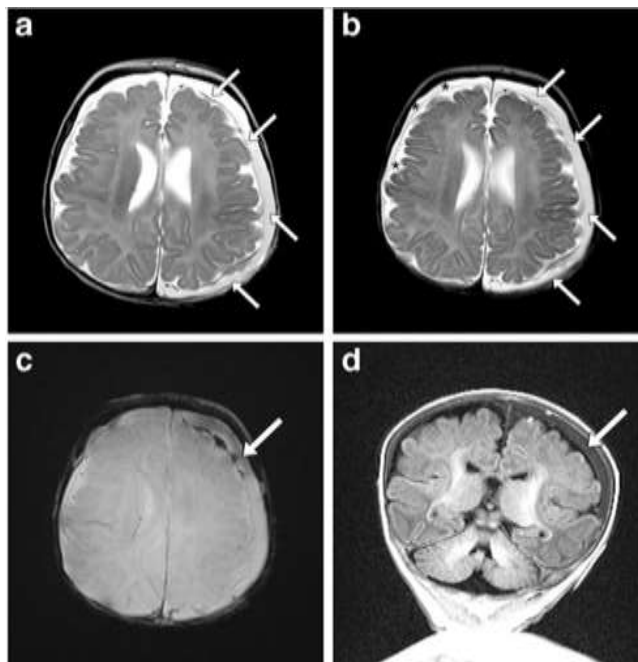


Fig. 1. Niño de 2,4 meses con congruencia entre conT2FSE (eco de espín rápido T2 convencional) y ssT2FSE (eco de espín rápido T2 de disparo único). Hemorragia subdural bilateral de convexidad completa con membranas en evolución entre las hemorragias subdural y subaracnoidea, mayor en la izquierda que en la derecha. a, b. Las flechas en conT2FSE (a) y ssT2FSE (b) delimitan una membrana subdural de convexidad completa izquierda relativamente más gruesa; los asteriscos (b) dentro del espacio subdural delimitan una membrana de convexidad completa derecha relativamente más delgada relacionada con tejido aracnoideo desplazado, separado del espacio subaracnoideo adyacente y la superficie pial en ssT2FSE. c, d. Las flechas muestran el producto sanguíneo en la ecografía de gradiente axial (GRE) (c) y en la ecografía coronal T1-FLAIR (recuperación de inversión atenuada por fluido).

Anexo 10

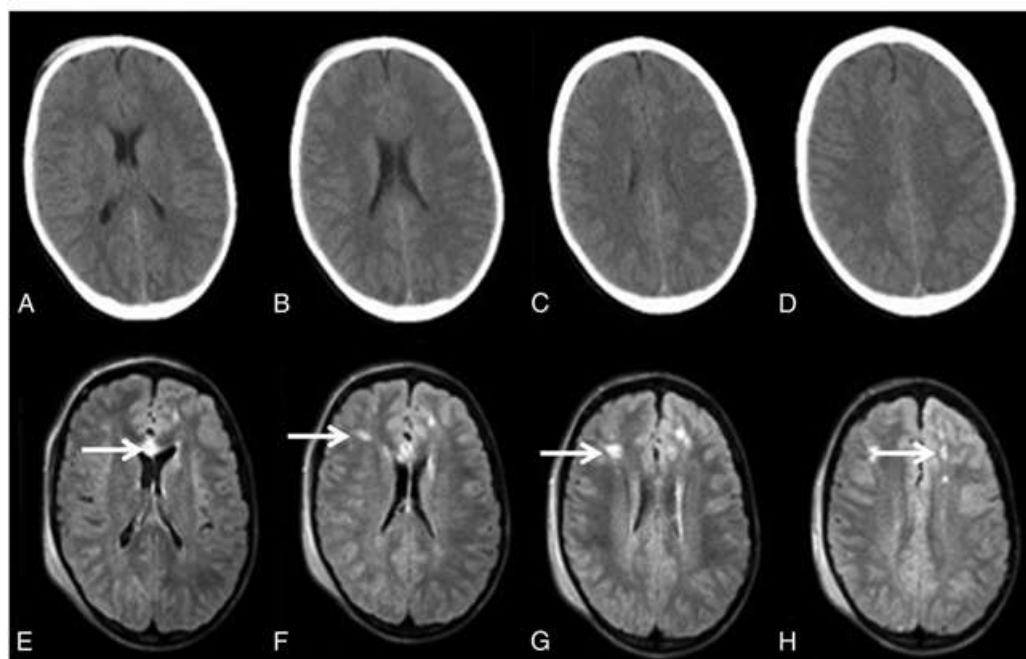


FIG 5. Adolescente de 15 años involucrado en un vuelco de un vehículo todoterreno. Las imágenes axiales de TC craneal sin contraste (A-D) no muestran ninguna anomalía. Hallazgo. Las imágenes FLAIR axiales de un solo disparo (E-H) muestran múltiples focos de señal anormal en la sustancia blanca frontal y la rodilla del cuerpo calloso, compatible con lesión axonal difusa.

Anexo 11

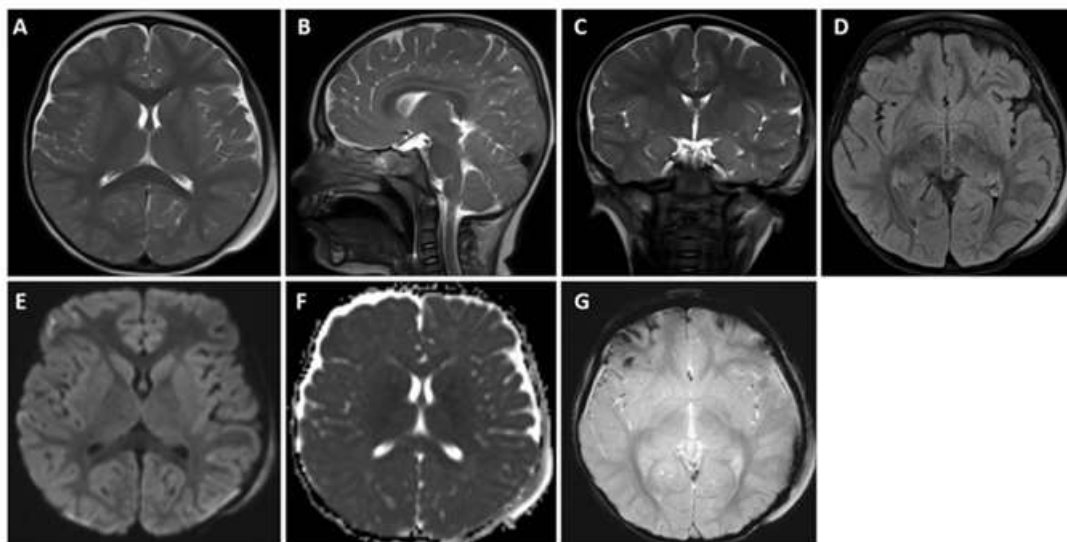
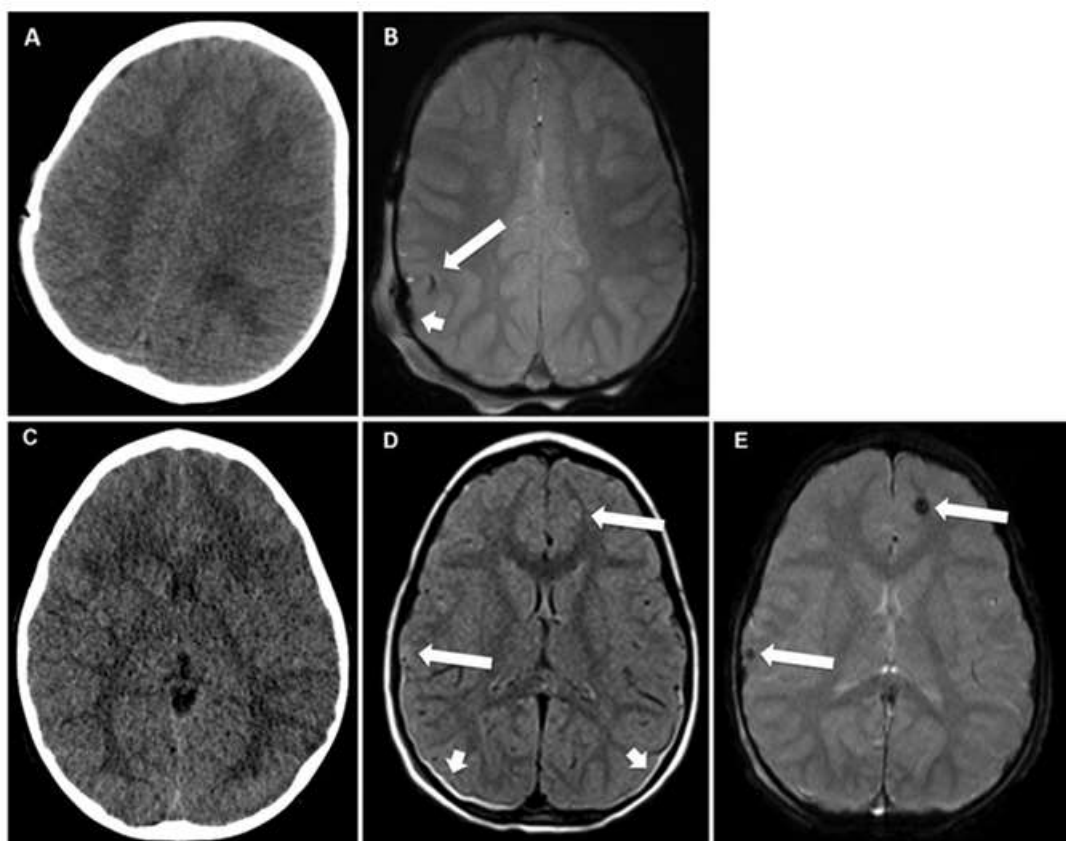
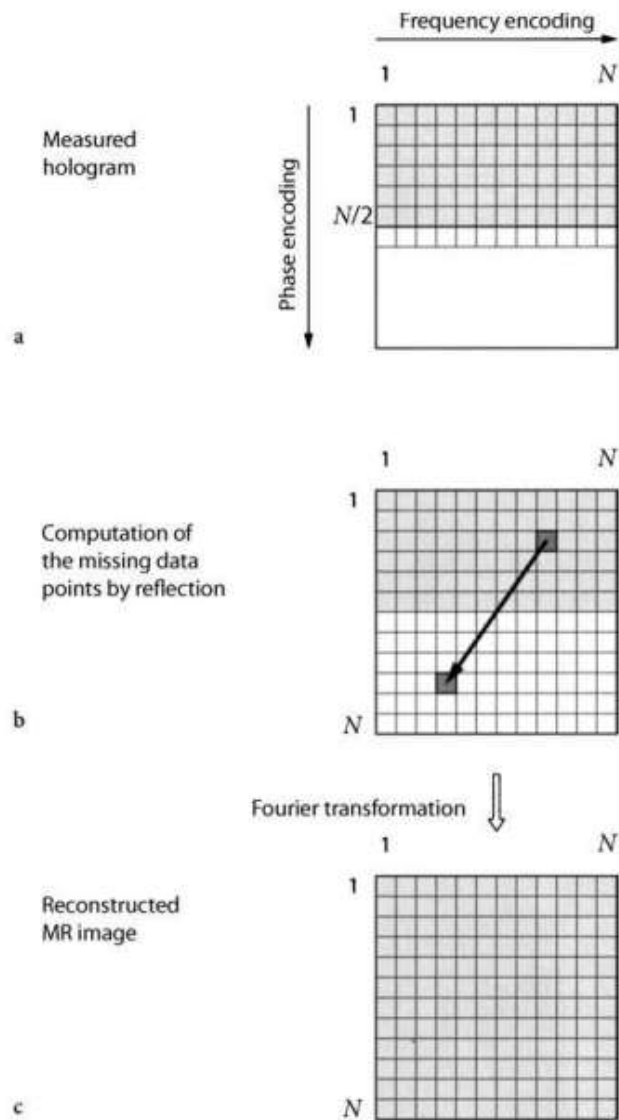


FIG. 1. Secuencias seleccionadas utilizando el protocolo 1-fMRI. Las siete secuencias fueron las siguientes: HASTE ponderado en T2 en los planos axial (A), sagital (B) y coronal (C); FLAIR ponderado en T2 en el plano axial (D); trazado DWI en el plano axial (E); ADC en el plano axial (F); y GRE en el plano axial (G).



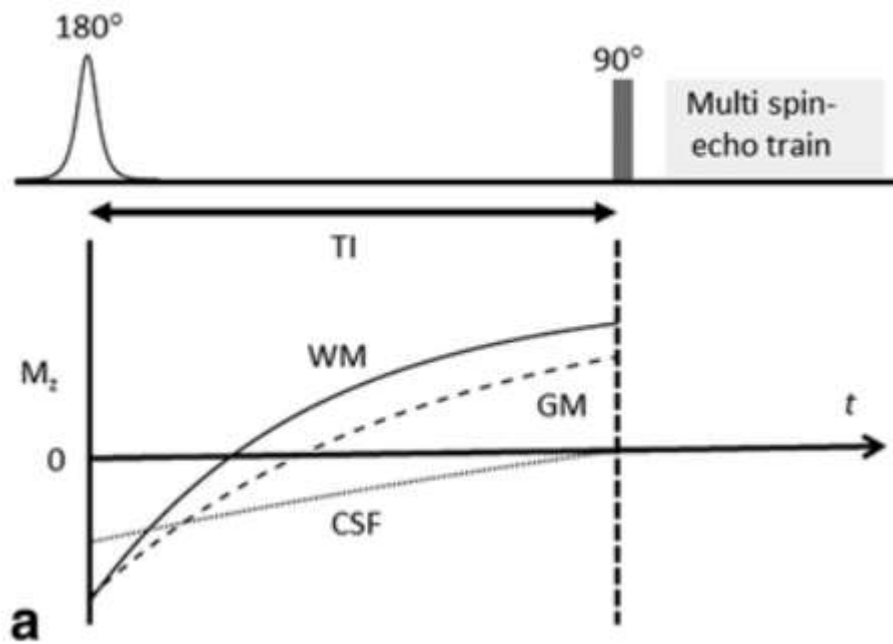
Ejemplo de hemorragias intracraneales identificadas en la resonancia magnética de trauma de vigilancia, pero no fácilmente identificables en una tomografía computarizada inicial. Imágenes (A, B) obtenidas en una niña de 3 años con TCE tras un traumatismo craneoencefálico por aplastamiento. La tomografía computarizada (A) revela una hemorragia subaracnoidea (HSA) y una fractura de cráneo, lo que obligó al ingreso hospitalario y a una tomografía de vigilancia. La resonancia magnética de vigilancia, secuencia axial GRE (B), revela una HSA, así como una hemorragia extracraneal (flecha corta) y una hemorragia intracraneal (flecha larga) no observadas previamente en la tomografía computarizada. Imágenes (C-E) obtenidas en una niña de 2 años que presentó un TCE grave tras una colisión automovilística a alta velocidad. La tomografía computarizada (C) revela una HSA dispersa sin otras hemorragias intracraneales. La resonancia magnética de vigilancia, secuencia axial FLAIR (D), revela áreas de hiperintensidad que podrían indicar una hemorragia intracraneal (flechas blancas largas, D y E), así como pequeñas hemorragias subaracnoideas occipitales (flechas cortas) no observadas previamente en la tomografía computarizada. La IPH se confirma en la secuencia GRE adjunta (E).

Anexo 13

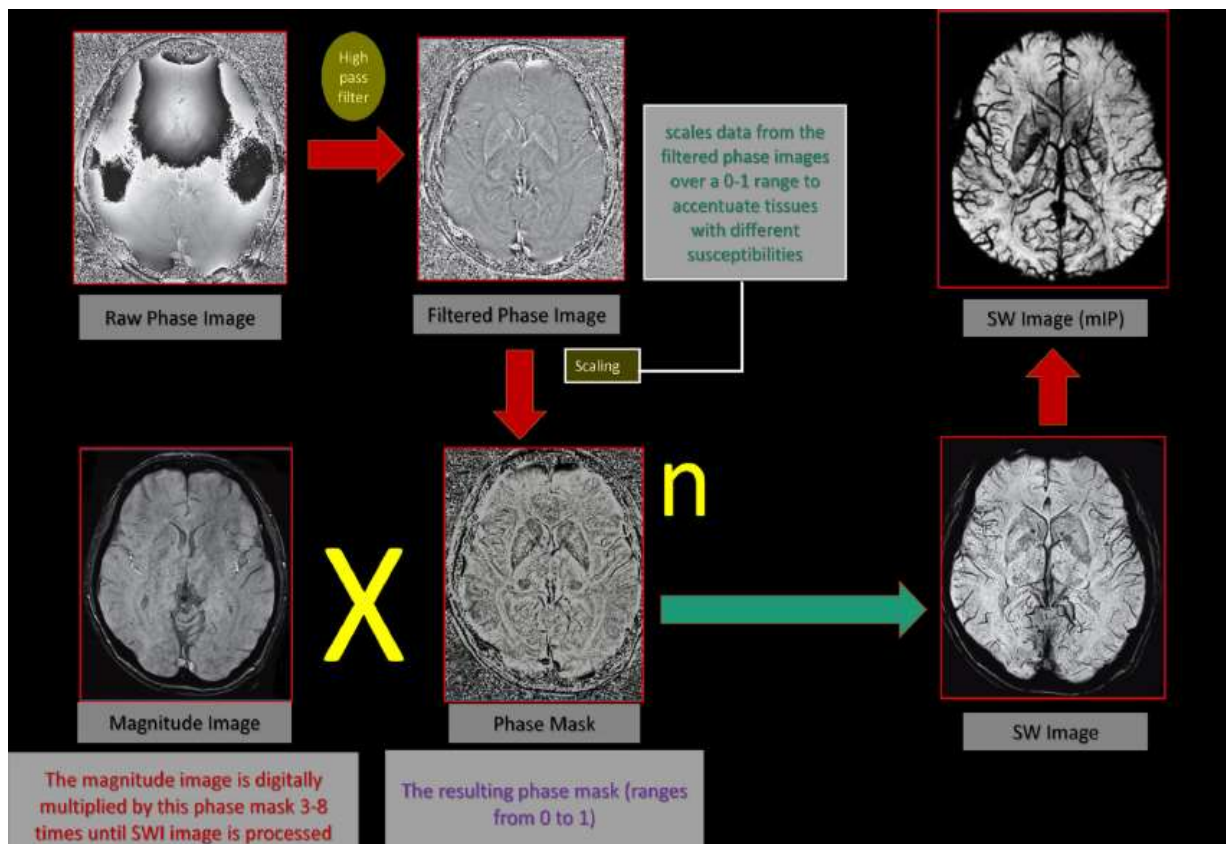


Técnica de Fourier parcial. a) En esta técnica, solo se miden los puntos de datos de la mitad de la matriz original. b) Los puntos faltantes se generan mediante la reflexión de los datos medidos en el centro de la matriz. c) Tras este paso preparatorio, la imagen de RM se puede reconstruir como de costumbre mediante una transformada de Fourier bidimensional de la matriz del espacio k.

Anexo 14

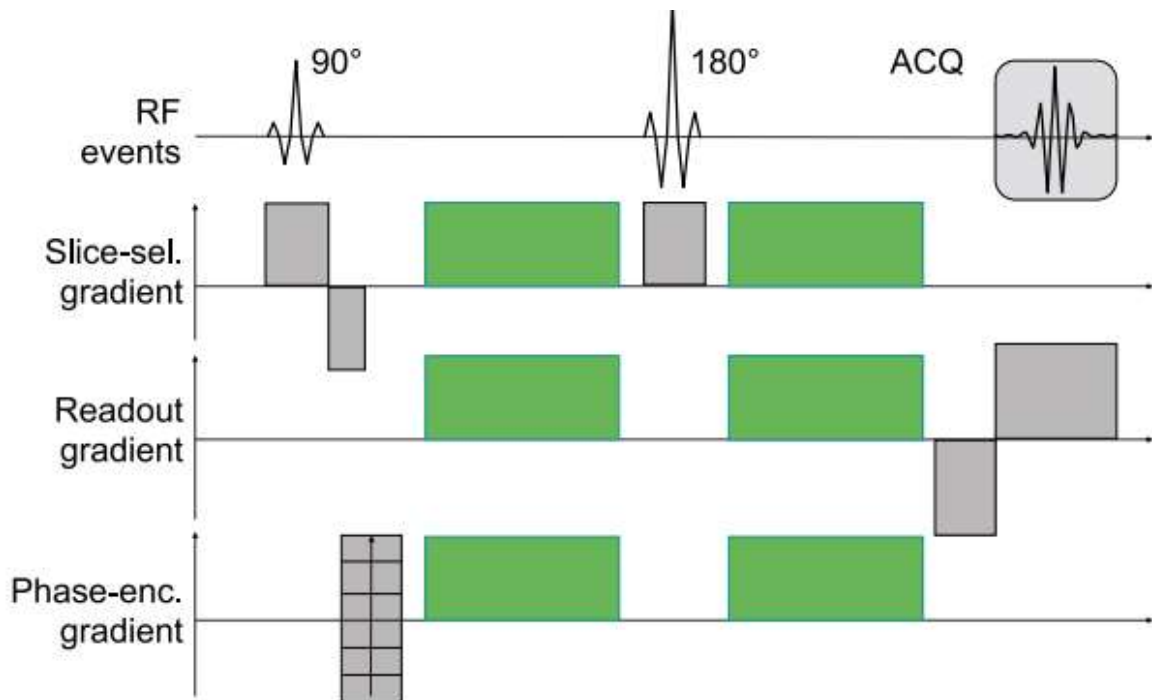


Esquema de las secuencias de pulsos FLAIR (a) junto con gráficos de la evolución de la magnetización longitudinal en estado estacionario (M_z) a lo largo del tiempo (t). Se muestran tres tipos de tejido: sustancia blanca (WM), sustancia gris (GM) y líquido cefalorraquídeo (CSF). Para FLAIR (a), el tiempo de inversión (TI) se calcula de modo que el LCR (línea punteada) se anule en el momento del pulso de excitación de 90° .



Secuencia de pulsos de eco de espín ponderada por difusión. Los gradientes de difusión (mostrados en verde) se insertan a ambos lados del pulso de 180°. Los gradientes de imagen convencionales se muestran en gris.

Anexo 16



Demostración esquemática de cómo se combinan los datos de fase y magnitud de la resonancia magnética para construir imágenes procesadas mediante SWI. Primero, un filtro de paso alto excluye las variaciones de fase de baja frecuencia no deseadas para formar la imagen de fase filtrada. Estos datos de fase filtrados pueden evaluarse por separado, ya que tienen aplicaciones diagnósticas beneficiosas. La imagen de fase filtrada se utiliza para formar una máscara de fase que acentúa los vóxeles con una fase positiva o negativa. El siguiente paso consiste en multiplicar la máscara de fase por la imagen de magnitud para formar la imagen procesada mediante SWI. En el paso final, se aplica la proyección de intensidad mínima (MinIP).

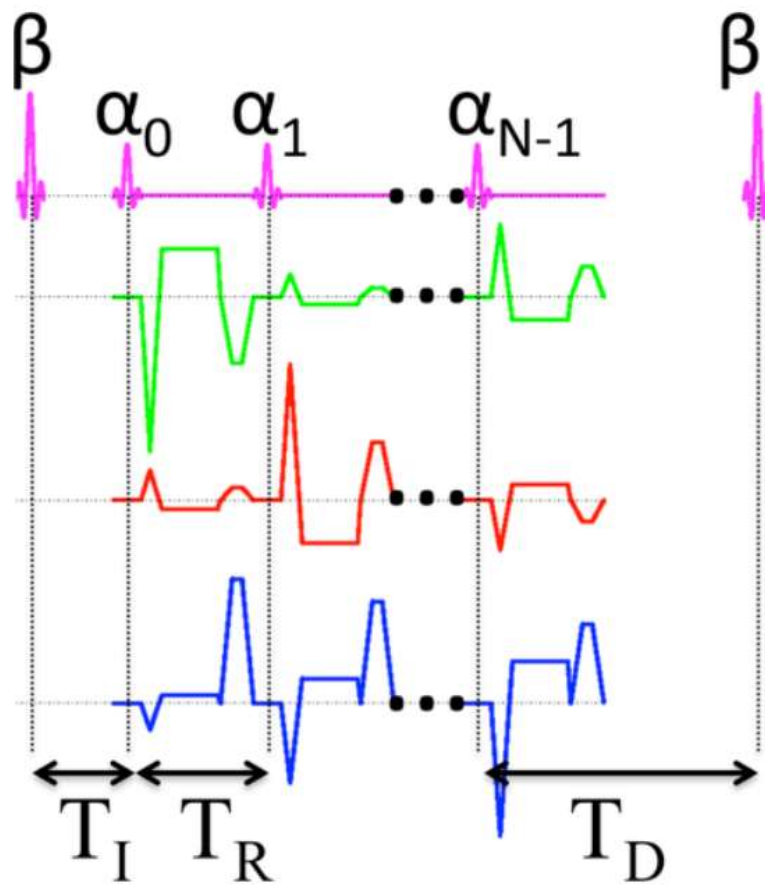


Diagrama de la secuencia MPnRAGE. Un tren de N pulsos de RF con ángulo de giro α comienza un tiempo T_I después de que un pulso de preparación con ángulo de giro β prepara la magnetización. Un tiempo de retardo T_D permite que la magnetización se regenere libremente antes de que se aplique el siguiente pulso de preparación. Se aplican gradientes de lectura radiales en los tres ejes y un supresor de área constante a lo largo del eje z.