



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de
Tomografía Computarizada comparada con la
Resonancia Magnética, como primera modalidad
diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva,
usuarios del Hospital Universitario Nacional de
Colombia hasta el año 2021**

Andrés Felipe Donado Moré

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas
Bogotá, Colombia
5 de Diciembre de 2022

Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de Tomografía Computarizada comparada con la Resonancia Magnética, como primera modalidad diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva, usuarios del Hospital Universitario Nacional de Colombia hasta el año 2021

Andrés Felipe Donado Moré MD.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Radiología e Imágenes Diagnósticas

Tutor:

Alfonso Javier Lozano Castillo MD. MSc.

Colaboradores:

Ariel Iván Ruiz Parra MD. MEd., MSc.

Jorge Augusto Diaz Rojas QF., MSc., PhD.

Línea de Investigación en Neuroimágenes

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas
Bogotá, Colombia

5 de Diciembre de 2022

Dedicatoria

A Dios.

A mis padres, Álvaro Jaime Donado Hurtado (Q.E.P.D), mi inspiración, y Gloria Cecilia Moré Montes, mi maestra del amor y la rectitud, quienes me formaron como persona; a mi hermano, Álvaro Jaime Donado Cortés, quien ha sido mi amigo y me ha sostenido de forma incondicional, mi hermana Daniela Andrea Donado Moré, mi hermana adorada, mi hermano Luis Alberto De Moya Moré, amado, mis tíos y tías, especialmente José Antonio Donado Hurtado, quien me ha brindado su amor como un padre, sobrinos y sobrinas.

A mi esposa Arianna Paz Reese, mi dulce amor, quien me ayudó en los días buenos y en los días malos, con su amor iluminando mi camino.

A la Universidad Nacional de Colombia, su Facultad de Medicina y el Hospital Universitario Nacional. A mis profesores, colegas, tecnólogos y pacientes, quienes me han formado como médico y especialista.

A todos ellos, mi amor y eterna gratitud.

Declaración de obra original

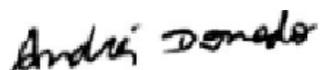
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Andrés Felipe Donado Moré

Fecha 14 de septiembre del 2022

Agradecimientos

Agradecimientos a los doctores Ariel Iván Ruiz Parra MD., MEd., MSc., del Departamento de Obstetricia y Ginecología, decano de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia en el período 2014-2018, y Jorge Augusto Díaz Rojas QF., MSc., PhD., del Departamento de Farmacia, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, quienes han aportado de forma altruista sus conocimientos y experiencia en la ejecución de análisis de costo-efectividad en salud, para contribuir al desarrollo de conocimientos en el área de economía de la salud.

Resumen

Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de Tomografía Computarizada comparada con la Resonancia Magnética, como primera modalidad diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva, usuarios del Hospital Universitario Nacional de Colombia hasta el año 2021

Se realizó un análisis de costo-efectividad del uso de Tomografía Computarizada (TC) de cráneo simple comparado con Resonancia Magnética (RM) cerebral simple, en pacientes con crisis convulsiva hospitalizados en el Hospital Universitario Nacional de Colombia (HUN). El escenario de interés específico a evaluar fue definido como: crisis convulsiva de nueva aparición, sin antecedente de trauma. Este fue seleccionado debido, a que el Colegio Americano de Radiología (ACR, por sus siglas en inglés) ha estimado que la TC simple y la RM simple son igualmente adecuadas para el abordaje imagenológico inicial en este escenario clínico. Nuestro objetivo principal fue investigar cuál de estas modalidades resulta más costo-efectiva siendo empleada como imagen inicial en nuestro medio. El estudio fue llevado a cabo en un hospital de cuarto nivel, empleando una base de datos obtenida en forma retrospectiva, de pacientes que fueron atendidos en los servicios de hospitalización, unidad de cuidado intensivo (UCI) o unidad de cuidado intermedio, durante el período 2016-2021. La efectividad fue definida como la tasa de detección de hallazgos críticos: hemorragia intracraneal, isquemia aguda, neuroinfección, efecto de masa, desplazamiento de la línea media, hidrocefalia obstructiva o edema cerebral. Estos hallazgos indican la necesidad de modificar la conducta clínica. Los costos fueron calculados realizando un análisis ponderado de los costos aplicados por el hospital a cada pagador y, si se requerían segundos estudios de imagen diagnóstica, calculando un valor ponderado sumatorio de todas ellas, el cual aumentaba según la cantidad de segundos estudios realizados. Este valor calculado fue aplicado de forma general como el costo de un TC de cráneo simple y una RM cerebral simple. Finalmente, se calcularon la efectividad incremental, el costo incremental y la razón de costo/efectividad incremental (ICER, por sus siglas en inglés), la cual se derivó de dividir la tasa de costo incremental (numerador) entre la tasa de efectividad incremental (denominador) expresada en valor absoluto. La efectividad de la RM cerebral simple fue 28,13% (valor absoluto: 0,2813) y la de la TC de cráneo simple fue 21,75% (valor

absoluto: 0,2175) y la efectividad incremental fue 6,38% (valor absoluto: 0,0638). Los costos fueron calculados a partir de las facturas generadas a los terceros pagadores. El costo promedio de una TC fue \$183.958 y de una RM fue de \$ 600.064, siendo mayor el costo para la RM cerebral simple, con un costo incremental de \$416.106, a favor de la TC de cráneo simple. El ICER derivado de nuestro estudio fue de \$ 5.188.347, lo cual implica que se incurre en un costo adicional de este monto por cada hallazgo crítico identificado al emplear RM cerebral simple comparado con TC de cráneo simple en el estudio de pacientes con crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma. La capacidad de generalizar los resultados obtenidos a la población general es limitada, dado que fue realizado en un hospital de cuarto nivel sin servicio de urgencias, pero es aplicable a instituciones de igual nivel de complejidad en el país.

Palabras clave: (Costo-efectividad, Tomografía computarizada, Resonancia Magnética, Convulsión).

Abstract

Diagnostic cost-effectiveness analysis of the use of Computed Tomography compared with Magnetic Resonance Imaging, as the first diagnostic modality in patients with seizures, users of the National University Hospital of Colombia until 2021

A cost-effectiveness analysis of the use of Non-Contrast Head Computed Tomography (CT) compared with Non-Contrast Brain Magnetic Resonance Imaging (MRI) was performed in patients with seizures hospitalized at the National University Hospital of Colombia (HUN). The scenario of specific interest to be evaluated was defined as: new-onset seizures, without a history of trauma. This was selected because the American College of Radiology (ACR) has estimated that Non-Contrast CT and Non-Contrast MRI are equally suitable for the initial imaging approach in this clinical scenario. Our main objective was to investigate which of these modalities is more cost-effective when used as the initial image in our environment. The study was carried out in a fourth level hospital, using a database obtained retrospectively, from patients who were treated in the hospitalization services, intensive care unit (ICU) or intermediate care unit, during the period 2016-2021. Effectiveness was defined as the detection of critical findings: intracranial hemorrhage, acute ischemia, neuroinfection, mass effect, midline shift, obstructive hydrocephalus, or cerebral edema. These findings indicate the need to modify clinical action. The costs were calculated by performing a weighted analysis of the costs applied by the hospital to each payer and, if second diagnostic imaging studies were required, calculating a weighted sum of all of them, which increased according to the number of second studies performed. This calculated value was generally applied as the cost of a Non-Contrast Head CT and Non-Contrast Brain MRI. Finally, the incremental effectiveness, the incremental cost and the incremental cost/effectiveness ratio (ICER) were calculated, which was derived by dividing the incremental cost rate (numerator) by the incremental effectiveness rate (denominator) expressed in absolute value. The effectiveness of Non-Contrast Head CT was 28.13% (absolute value: 0.2813) and that of Non-Contrast Brain MRI was 21.75% (absolute value: 0.2175) and the incremental

effectiveness was 6.38%. (Absolute value: 0.0638). The costs were calculated from the invoices generated to the third-party payers. The average cost of a CT was \$183,958 and an MRI was \$600,064, with the cost being higher for Non-Contrast Brain MRI, with an incremental cost of \$416,106, in favor of Non-Contrast Head CT. The ICER derived from our study was \$5,188,347, which implies that an additional cost of this amount is incurred for each critical finding identified when using Non-Contrast Brain MRI compared to Non-Contrast Head CT in the study of patients with seizures first time, with no history of trauma. The ability to generalize the results obtained to the general population is limited, given that it was carried out in a fourth-level hospital without an emergency service, but it is applicable to institutions of the same level of complexity in the country.

Keywords: (Cost-effectiveness, Computed Tomography, Magnetic Resonance, Seizure)

Contenido

Resumen	VII
Abstract	IX
Lista de ilustraciones	XIII
Lista de tablas	XIV
Lista de Símbolos y Abreviaturas	XV
Introducción	16
Capítulo 1: Marco teórico	17
1.1 Uso apropiado de las imágenes	17
1.2 Definición	19
1.3 Contexto epidemiológico	19
1.4 Hallazgos críticos en neuroimágenes	20
1.5 Efectividad de las neuroimágenes	20
Para nuestro estudio, adoptamos la definición de efectividad para las neuroimágenes como la tasa de detección de hallazgos críticos	20
1.5 Efectividad de las neuroimágenes en primera crisis convulsiva	20
1.6 Efectividad de las neuroimágenes en epilepsia refractaria	22
1.7 Costos de las neuroimágenes en crisis convulsiva	23
1.8 Análisis de costo-efectividad	23
Capítulo 2: Problema de investigación, justificación y objetivos	25
2.1 Problema de investigación	25
2.2 Justificación	26
2.3 Objetivos (generales y específicos)	27
2.3.1 General	27
2.3.2 Específicos	27
Capítulo 3: Materiales y métodos	28
3.1 Tipo de Estudio	28
3.2 Población seleccionada	28
3.3 Métodos	28

3.3.1 Manejo de variables	28
3.3.2 Recolección y procesamiento de datos.	29
3.3.3 Análisis de sensibilidad	30
3.3.4 Horizonte temporal	31
3.3.5 Perspectiva.....	31
3.3.6 Tasa descuento.....	31
3.3.7 Análisis de efectividad.....	32
3.3.8 Eventos generadores de costos.....	32
3.3.9 El costo de los estudios de imágenes diagnósticas.....	32
3.3.10 Limitaciones del diseño con respecto a los objetivos del proyecto.....	32
3.4 Aspectos éticos	33
Capítulo 4: Resultados generales.	34
4.1 Hallazgos de la imagen diagnóstica inicial.....	34
4.2 Hallazgos críticos en la imagen inicial.	37
4.3 Modificación de la conducta y necesidad de exámenes complementarios según la imagen inicial.....	38
4.4 Hallazgos de la segunda imagen diagnóstica.....	40
4.5 Análisis de costos.....	44
4.5.1 Árbol de decisión de costo-efectividad.....	47
4.6 Análisis de costo-efectividad.....	48
Capítulo 5: Discusión	53
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones	57
6.1 Conclusiones.....	57
6.1.1 General.....	57
6.1.2 Específicos	57
6.2 Recomendaciones.....	58
Anexo A. Carta de aceptación de la tesis por parte del comité de ética del Hospital Universitario Nacional de Colombia.	59
Bibliografía.....	61

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Esquema del árbol de decisiones.	46
Ilustración 2. Árbol de costo-efectividad.....	47
Ilustración 3 Plano de costo efectividad.	48
Ilustración 4. Diagrama de tornado.	49
Ilustración 5. Análisis de sensibilidad.....	50
Ilustración 6. Gráfica de dispersión.....	51
Ilustración 7. Curva de aceptabilidad.	52

Lista de tablas

Tabla 1 Escenarios del ACR en Neuroradiología.....	17
Tabla 2 Escenarios para la adquisición de neuroimágenes en crisis convulsivas.	18
Tabla 3 Efectividad de la TC.....	20
Tabla 4. Efectividad de la RM.	22
Tabla 5. Frecuencia de realización de las modalidades de imagen, número de pacientes de cada género, procedencia de los pacientes, servicio solicitante, servicio tratante, diagnóstico clínico que motivó la solicitud del examen, hallazgos imagenológicos y hallazgos críticos identificados en la primera imagen.....	34
Tabla 6. Relación entre detección de hallazgos críticos y género, tipo de imagen, diagnóstico clínico y servicio tratante.....	37
Tabla 7. Frecuencia general de modificación de la conducta y según el tipo de modalidad de imagen inicial; frecuencia general de realización de exámenes complementarios y según el tipo de modalidad de imagen inicial.....	38
Tabla 8. Frecuencia de TC y RM complementarios realizados, según el tipo de modalidad de imagen diagnóstica inicial.	39
Tabla 9. Frecuencia de hallazgos críticos/no críticos en el segundo examen de imagen diagnóstica, discriminados según los hallazgos del primer estudio de imagen diagnóstica realizado. Se especifica con signo (+), los estudios con hallazgo crítico y con signo (-....	40
Tabla 10 Frecuencia de hallazgos imagenológicos y hallazgos críticos en el segundo examen, y cambio de la conducta con el segundo examen de imagen diagnóstica.	41
Tabla 11. Correlación de hallazgos entre el primer y segundo exámenes de imagen diagnóstica realizados.	43
Tabla 12. Costos de TAC y RM por EPS (descritas de forma anónima).....	44
Tabla 13. Análisis de costo efectividad.	48

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>RM</i>	Resonancia Magnética
<i>TC</i>	Tomografía Computarizada
<i>EPS</i>	Entidad Promotora de Salud
<i>ACR</i>	American College of Radiology
<i>RM C+</i>	Resonancia Magnética Contrastada
<i>TC C+</i>	Tomografía Computarizada Contrastada
<i>PET-TC</i>	Tomografía por emisión de positrones-Tomografía Computarizada.
<i>SPECT</i>	Single Photon Emission Computed Tomography
<i>SISCOM</i>	Substraction Ictal Single Photon Emission Computed Tomography coregistered with Magnetic Resonance
<i>FDG</i>	18-Fluoro-desoxi-glucosa
<i>HUN</i>	Hospital Universitario Nacional de Colombia
\$	Pesos Colombianos
<i>USD</i>	Dólar estadounidense
€	Euro

Introducción

En un país con recursos limitados como el nuestro, es necesario optimizar la utilización de los recursos mediante la selección de las estrategias más costo efectivas para la atención en salud a la población general, lo cual permite racionalizar el uso de los recursos. A la fecha, no se ha realizado un análisis económico completo en salud en relación con la solicitud de TC o RM como imagen inicial en el contexto del estudio de pacientes con crisis convulsivas. El presente estudio pretende contribuir a resolver dicha duda mediante un análisis y modelamiento de los costos desde la perspectiva del tercer pagador en el escenario del estudio de la crisis convulsiva de primera vez (nueva aparición) sin antecedente de trauma.

La pregunta de investigación que se planteó en el presente estudio fue: ¿Comparativamente, cuál es el examen costo efectivo (TC o RM) en el estudio inicial de un paciente con crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma, en un ámbito intrahospitalario?

La efectividad de las imágenes diagnósticas en este escenario está definida por la detección de hallazgos críticos, que son aquellos que indican la necesidad de modificaciones en la conducta, tales como hemorragia intracraneal, isquemia aguda, neuroinfección, efecto de masa, desplazamiento de la línea media, hidrocefalia obstructiva o edema cerebral. Por su parte, el costo de las imágenes diagnósticas para el tercer pagador en nuestro medio depende del contrato celebrado específicamente con cada EPS y aseguradora.

Este trabajo tuvo como metodología la construcción de un modelo de análisis de costo-efectividad con base en un árbol de decisiones, a partir del cual se calcularon los costos, la efectividad y la razón de costo-efectividad de la TC de cráneo simple y la RM cerebral simple cuando fueron empleados como primera modalidad de imagen diagnóstica en la población hospitalizada en el HUN con el diagnóstico de primera convulsión, sin antecedente de trauma, durante los años 2016-2021.

Capítulo 1: Marco teórico

1.1 Uso apropiado de las imágenes.

El ACR ha hecho múltiples revisiones para recomendar a los clínicos el examen radiológico indicado en diferentes escenarios. En los “*criterios apropiados*”, existen 22 escenarios que son relevantes para la neurología como especialidad y para la neuro radiología como subespecialidad de interés (tabla 1) (1).

Tabla 1 Escenarios del ACR en Neuroradiología.

Escenarios propuestos por el ACR en Neuroradiología
*Cambio agudo del estado mental, delirio y nueva psicosis de inicio.
*Ataxia.
*Enfermedad cerebrovascular.
Dolor cervical o radiculopatía cervical.
*Neuropatía craneal.
*Demencia.
*Trauma craneoencefálico.
**Dolor de cabeza.
*Pérdida auditiva y / o vértigo.
Lumbalgia.
Manejo de fracturas de compresión vertebral.
*Trastornos del movimiento y enfermedades neurodegenerativas.
Mielopatía.
Masa del cuello / adenopatía.
Imágenes neuroendocrinas.
Órbitas, visión y pérdida visual.
Lesión penetrante en el cuello.

Escenarios propuestos por el ACR en Neuroradiología
Plexopatía. *Convulsiones y epilepsia. Enfermedad sino nasal. Sospecha de trauma en la columna vertebral. Síndrome del opérculo torácico. Enfermedad de tiroides. *Tinnitus.

*Escenarios que se refieren a imagen del cráneo. **Escenario de mayor interés para el presente estudio.

La recomendación para la selección del mejor examen imagenológico se basa en el trabajo realizado por diferentes grupos de investigación con base en revisiones de la literatura médica y teniendo en la cuenta el rendimiento diagnóstico de cada examen, la costo-efectividad de los estudios y los potenciales riesgos, tanto del propio examen, como de un error diagnóstico. El ACR también ha advertido sobre la exageración en el uso de algunas modalidades de imagen diagnóstica, por lo que recomienda tener en la cuenta los lineamientos propuestos como un buen método para optimizar su uso. El ACR ha definido qué neuroimágenes son apropiadas para el paciente que presenta crisis convulsiva en seis escenarios clínicos diferentes, que se exponen en la tabla 2 (1).

Tabla 2 Escenarios para la adquisición de neuroimágenes en crisis convulsivas.

Variante Clínica	Primera opción	Segunda opción
Ataque de nueva aparición. No relacionado con trauma. Imagen inicial.	TC/RM (Apropiadas)	RM C+ (Podría ser apropiada)
Ataque de nueva aparición. Historia de trauma. Imagen inicial.	TC (Apropiada)	RM C+ (Podría ser apropiada)
Trastorno convulsivo conocido. Semiología convulsiva sin cambios.	TC/RM C+ (Podrían ser apropiadas)	RM/ PET-TC FDG (Desacuerdo en cuanto a: Podría ser apropiada)

- 19 Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de Tomografía Computarizada comparada con la Resonancia Magnética, como primera modalidad diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva, usuarios del Hospital Universitario Nacional de Colombia hasta el año 2021.

Trastorno convulsivo conocido. Cambio en la semiología de las convulsiones o nuevo déficit neurológico o ausencia de retorno a la línea de base neurológica previa.	TC/RM/ RM C+ (Apropiadas)	PET-TC FDG (Podría ser apropiada)
Trastorno convulsivo conocido. Historia de tumor.	RM/ RM C+ (Apropiadas)	TC (Podría ser apropiada)
Trastorno convulsivo conocido. Candidato quirúrgico o planificación prequirúrgica.	RM/RM C+ (Apropiadas)	TC (Podría ser apropiada)

1.2 Definición.

La Liga Internacional contra la Epilepsia (ILAE por sus siglas en inglés) define la epilepsia como una enfermedad caracterizada por: 1. ≥ 2 convulsiones no provocadas, separadas por >24 horas. 2. Una convulsión no provocada y probabilidad de recurrencia similar al riesgo posterior a ≥ 2 convulsiones no provocadas (riesgo general: $\geq 60\%$). 3. Diagnóstico de un síndrome epiléptico (2).

1.3 Contexto epidemiológico.

En el análisis *post-hoc* de los datos obtenidos en el estudio EPINEURO (Estudio Neuroepidemiológico Nacional, 2006), con seguimiento a 1 año de los pacientes con epilepsia, se estimó que la prevalencia general fue de 11.3 por 1.000 (con excepción de la región este –Santander y Norte de Santander-, donde la prevalencia fue mayor: 23 por 1.000). La epilepsia activa tuvo prevalencia de 10.1 por 1.000. Se encontró una ligera mayor prevalencia en mujeres. El tipo más frecuente fue la epilepsia parcial con generalización secundaria. El síndrome más frecuente fue la epilepsia parcial sintomática/criptogénica (80%) (3).

La mayoría de las convulsiones durante una hospitalización son de nuevo inicio (64%), el resto tienen antecedente de convulsiones y son recurrentes en 61%; el tipo más frecuente es tónico-clónica generalizada (33%); las causas más frecuentes en pacientes con convulsiones recurrentes son los trastornos metabólicos (25%), mientras que en pacientes con convulsiones no recurrentes, la causa más frecuente fue el ataque cerebrovascular isquémico (17%) (4).

1.4 Hallazgos críticos en neuroimágenes.

Los hallazgos críticos en crisis convulsivas, definidos como aquellos que determinan cambios en el manejo, son: hemorragia intracraneal, isquemia aguda, neuroinfección, efecto de masa, desplazamiento de la línea media, hidrocefalia obstructiva y/o edema cerebral (5).

1.5 Efectividad de las neuroimágenes.

Para nuestro estudio, adoptamos la definición de efectividad para las neuroimágenes como la tasa de detección de hallazgos críticos.

1.5 Efectividad de las neuroimágenes en primera crisis convulsiva.

A continuación se resumen los principales estudios que han evaluado la TC en primera crisis convulsiva (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (15):

Tabla 3 Efectividad de la TC.

Autor	Diseño del estudio	Contexto	Hallazgos críticos en TC (Positivos/Total)
Kotisaari et al.	Retrospectivo	Urgencias	12% (49/416)
Pathan et al.	Retrospectivo	Urgencias	2% (8/436)
Smith et al.	Prospectivo	Urgencias	57% (96/169)

21 Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de Tomografía Computarizada comparada con la Resonancia Magnética, como primera modalidad diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva, usuarios del Hospital Universitario Nacional de Colombia hasta el año 2021.

Mower et al.	Retrospectivo	Urgencias	9% (81/875)
Das et al.	Prospectivo	Consulta externa	17% (17/100)
Tardy et al.	Retrospectivo	Urgencias	15% (38/247)
Shoenenberger, Heim.	Prospectivo	Urgencias	17% (20/119)
Henneman et al.	Retrospectivo	Urgencias	41% (134/325)
Earnest et al.	Retrospectivo y prospectivo combinado.	Urgencias	6% (16/259)
Hopkins et al.	Prospectivo	Consulta externa	1% (3/375)
Ramirez-Lassepas et al.	Retrospectivo	Hospitalizado	37% (148).

Modificado de: Tranvinh E, Lanzman B, Provenzale J, Wintermark M (16).

La sensibilidad reportada para la TC en esta entidad es 58-84% y especificidad de 18-58% (22). Existe asociación entre ciertos hallazgos asociados y la presencia de hallazgos críticos por neuroimagen: cefalea (OR: 3.62; IC 95%:1.30-10.12), focalización motora (OR: 3.23; IC 95%: 1.58-6.62), antecedente de neoplasia (OR: 3.05; IC 95%:1.17-7.92) y alteración del estado mental (OR: 2.27; IC 95%: 1.15-4.49) (5).

A continuación, se resumen los principales estudios que han evaluado RM en primera crisis convulsiva. Estos estudios fueron realizados en resonadores de 1.5 Teslas (17), (18), (19), (20), (21), (22).

Tabla 4. Efectividad de la RM.

Autor	Diseño	Contexto	Proporción con lesiones potencialmente epileptogénicas
Olszewska, Costello.	Prospectivo	Hospitalizado	40% (44/91)
Hakami et al.	Prospectivo	Consulta externa	23% (177/764)
Liu et al.	Prospectivo	Consulta externa	24% (35/68)
King et al.	Prospectivo	Consulta externa	14% (36/263)
Pohlmann-Eden, Schreiner	Prospectivo	Consulta externa	43% (72/166)
Kim et al.	Retrospectivo	Urgencias	15.9% (11/69)

Modificación de: Tranvinh E, Lanzman B, Provenzale J, Wintermark M (16).

La sensibilidad y especificidad de la RM es 30% superior de forma comparativa con la TC (23). Se ha informado asociación entre el hallazgo de descargas epileptogénicas en electroencefalograma y la presencia de alteraciones en RM (OR: 29.7; IC 95%: 1.79-493.37; p:0.018). La topografía de las alteraciones en orden de frecuencia descendente fue: 1. Hipocampo, tálamo, y corteza cerebral. 2. Corteza unilateral. 3. Tálamo y corteza ipsilateral. 4. Hipocampo bilateral (22).

1.6 Efectividad de las neuroimágenes en epilepsia refractaria.

Aproximadamente 15-30% de las epilepsias son refractarias al tratamiento farmacológico antiepiléptico, requiriendo tratamiento quirúrgico según la etiología. En este escenario la RM es la modalidad de elección, ya que permite detectar el foco epileptogénico con mayor precisión que la TC; cuando el diagnóstico es epilepsia del lóbulo temporal tiene sensibilidad de 83-97% y especificidad de 74-94%; cuando el diagnóstico es esclerosis hipocampal tiene sensibilidad de 41-100% y especificidad de 100%. El objetivo de las

neuroimágenes es delimitar la zona epileptogénica que será resecada, siendo la RM con supermagneto de 3 Teslas, la imagen de elección porque aumenta de forma significativa la relación señal/ruido, aumentando la tasa de detección de lesiones (65%) cuando se compara con RM en supermagneto de 1.5 Teslas. Está indicada sobretodo en niños menores de 2 años y adultos, crisis de inicio focal (por historia clínica, examen físico o electroencefalograma) y refractariedad a la medicación antiepiléptica. Entre las lesiones más frecuentemente destacadas están: heterotopias, displasia focal cortical, alteraciones de la migración neuronal (lisencefalia) y esclerosis cortical mesial, entre otras (24).

1.7 Costos de las neuroimágenes en crisis convulsiva.

El costo relacionado con la adquisición de neuroimágenes (TC o RM) en USA puede ascender hasta 28.000 – 84.000 USD por cada 100.000 habitantes al año (23). Se identificó un estudio proveniente de Irlanda que informó costos de las neuroimágenes en la evaluación de la crisis no convulsiva, con TC: 200 € y RM: 225 €. Estimaron que a un 8% de los pacientes a los que se les hizo TC inicial, posteriormente se les realizó RM, sumando 180 € por la atención de cada paciente en promedio (25). No se identificaron análisis económicos de costo-efectividad que evaluaran de forma apropiada TC y RM, solo un estudio que evaluó otras modalidades de imagen: SPECT, SISCOM, PET-TC, RM volumétrica, espectroscopia por RM, electroencefalografía de alta densidad, magnetoencefalografía, imagen de fuente magnética e imágenes del tensor de difusión (26).

1.8 Análisis de costo-efectividad

Un análisis de costo efectividad es un método para cuantificar los beneficios y costos sobre dos o más intervenciones, especialmente en el escenario donde tienen precios y efectividades diferentes. Está diseñado para comprender el intercambio que ocurre entre costos, riesgos y beneficios mediante una métrica singular llamado: relación de costo-efectividad incremental (ICER). El costo incremental es el numerador del ICER, representando los recursos adicionales incurridos al elegir la intervención A sobre la intervención B. La efectividad incremental representa los desenlaces en salud adicionales derivados del uso de la intervención A sobre la intervención B. Un valor de ICER bajo

sugieren que la intervención A tiene desenlaces positivos sobre la salud a expensas de un costo adicional pequeño, asumiendo que la intervención A es más costosa y efectiva que la intervención B. Si el ICER es negativo, puede ser resultante de un costo incremental negativo (la nueva intervención es más costosa que la intervención existente) o una efectividad incremental negativa (la nueva intervención es menos efectiva que la intervención existente). La nueva intervención es interpretada como “dominante” si el costo es inferior y es más efectivo que la intervención comparadora, siendo de mayor valor por el precio; y es referido como “dominado” cuando el costo es superior y es menos efectivo que la intervención comparadora, siendo una intervención de pobres resultados para el costo (27).

En este estudio, el costo calculado para la TC y RM se deriva de un cálculo ponderado tomando en cuenta la frecuencia relativa de pacientes atendidos pertenecientes a cada EPS. Al realizar la sustracción del costo de la RM y la TC, se obtiene el costo incremental. Por su parte, la efectividad se calculó como la tasa de detección de hallazgos críticos, y al realizar la sustracción entre la efectividad de la TC y la RM se obtiene la efectividad incremental. La tasa de costo-efectividad incremental (ICER) resulta de la relación entre el costo incremental y la efectividad incremental; en este estudio, el ICER expresa el valor que hay que pagar por la detección de cada hallazgo crítico adicional cuando se decide emplear una de las modalidades de imagen en el estudio inicial de la crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma.

Capítulo 2: Problema de investigación, justificación y objetivos

2.1 Problema de investigación

La RM tiene un costo superior al de la TC, con una efectividad que varía en un rango amplio para ambas neuroimágenes, que en algunas situaciones no representa una diferencia estadísticamente significativa (23). El ACR ha utilizado los resultados de revisiones sistemáticas de la literatura y reuniones de consenso, para crear tablas y publicar artículos que califican la pertinencia de un estudio de imágenes diagnósticas (1). Para la mayoría de las indicaciones, el ACR considera que la RM resulta ser superior a la TC debido al mejor rendimiento diagnóstico para confirmar o descartar un diagnóstico en una proporción mucho más alta de pacientes. Específicamente en pacientes con crisis convulsivas, la TC y la RM son igualmente apropiadas en tres de seis escenarios clínicos: 1. Ataque de nueva aparición, no relacionado con trauma, en la que se quiera realizar una imagen inicial. 2. Trastorno convulsivo conocido, con semiología convulsiva sin cambios. 3. Trastorno convulsivo conocido, con cambio en la semiología de las convulsiones o nuevo déficit neurológico o ausencia de retorno a la línea de base neurológica previa. Estos tres escenarios se han identificado como críticos para el análisis de datos en la presente investigación. Se reconoce a la TC como primera modalidad de imagen inicial en dos escenarios y la RM en un escenario (28).

Por razones de costos y de disponibilidad, es común que en la práctica clínica se solicite como examen inicial una TC y luego, si el resultado es “normal” solicitar una RM, para confirmar que el paciente está sano. Por otro lado, cuando el resultado de la TC es “anormal” también es frecuente que se solicite una RM para caracterizar mejor la naturaleza

del hallazgo de la TC. En el momento no hay estudios en nuestro medio que analicen la costo-efectividad de estas prácticas, ni que comparen los costos y la efectividad de emplear TC comparado con RM como primera imagen. Por esto, se realizó la pregunta de investigación: Cuál es la modalidad de imagen diagnóstica costo-efectiva en el diagnóstico de pacientes con crisis convulsiva, de nueva aparición, sin antecedente de trauma.

2.2 Justificación.

Tomando en cuenta que los recursos para la atención en salud son limitados en cualquier medio, es conveniente obtener información sobre la costo-efectividad de las tecnologías en salud, para optimizar el uso de los recursos. Por otro lado, los clínicos deben conocer cuáles son los métodos apropiados para el abordaje diagnóstico más efectivo de diferentes patologías, y particularmente de la crisis convulsiva.

Para obtener los resultados pertinentes, es necesario investigar si existen diferencias en la solicitud de los estudios iniciales de imágenes de acuerdo con el sexo y edad del paciente, la especialidad tratante y el servicio de hospitalización donde se encuentre el paciente, con el fin de hacer análisis específicos ajustados a cada variable.

Por otro lado, de la revisión de la literatura se hace evidente que los costos de las imágenes diagnósticas en otros países no son extrapolables a nuestro medio, como ocurre con la mayoría de los análisis económicos en salud realizados en países desarrollados, por lo cual resulta justificable la realización de esta investigación.

El presente estudio permite obtener información actualizada con base en la población colombiana usuaria de un hospital de cuarto nivel, para conocer si es costo-efectivo el uso de la TC como examen imagenológico inicial en pacientes con crisis convulsiva hospitalizados, en comparación con la RM.

2.3 Objetivos (generales y específicos)

2.3.1 General

Estimar la costo–efectividad de emplear como primera prueba diagnóstica de imágenes la TC simple de cráneo comparado con la RM cerebral simple en pacientes con crisis convulsiva, de primera vez, sin antecedente de trauma, usuarios de los servicios de hospitalización del HUN en un periodo comprendido entre los años 2016-2021.

2.3.2 Específicos

1. Describir las características demográficas de los pacientes atendidos en el HUN que requirieron alguna neuroimagen del cráneo, para el estudio de crisis convulsiva de primera vez sin antecedente de trauma, y estimar las probabilidades de que fuesen sometidos a TC o RM como primera imagen diagnóstica.
2. Describir cuáles fueron los hallazgos críticos más frecuentes en las imágenes diagnósticas realizadas en pacientes con crisis convulsiva de primera vez sin antecedente de trauma, hospitalizados en el HUN.
3. Calcular la efectividad de la TC de cráneo simple y la RM cerebral simple en pacientes con crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma, hospitalizados en el HUN.
4. Estimar los costos de la TC y la RM como aproximaciones imagenológicas iniciales en el estudio de pacientes con primera crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma.
5. Estimar la razón de costo–efectividad incremental resultante de emplear como primera imagen diagnóstica la TC comparada con la RM en el escenario planteado: pacientes con primera crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma.

Capítulo 3: Materiales y métodos

3.1 Tipo de Estudio

Análisis económico en salud: estudio de costo–efectividad.

3.2 Población seleccionada

Se estudió el grupo de pacientes hospitalizados en el HUN entre los años 2016 y 2021, a quienes se les realizaron neuroimágenes (TC o RM) para el estudio de la crisis convulsiva, de primera vez, sin antecedente de trauma. En ese periodo, tanto los servicios clínicos, como el de imágenes diagnósticas se encontraban en funcionamiento pleno y ya se podía tener acceso a la facturación completa de cada paciente.

3.3 Métodos

Se construyó una base de datos en Excel con las variables demográficas de los pacientes, afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSS), servicio y especialidad que solicitaron los exámenes, indicaciones de los estudios, y necesidad e indicaciones de estudios imagenológicos adicionales. Las variables fueron extraídas de las historias clínicas de los pacientes, se hizo doble verificación por un residente del programa de radiología e imágenes diagnósticas y se verificaron los datos extremos.

3.3.1 Manejo de variables

Las variables que se consideraron fueron: Nombre, Documento de identidad, EPS, Sexo, Fecha de nacimiento, Edad, Día de ingreso, Día de egreso, Procedencia, Examen imagenológico inicial, Servicio solicitante, Sitio de hospitalización (Hospitalización en piso, en UCI o Unidad de Cuidado intermedios), Motivo de solicitud del examen y Diagnóstico clínico, Hallazgo radiológico, Fecha y hora de solicitud, Fecha y hora de realización y Fecha y hora de lectura.

3.3.2 Recolección y procesamiento de datos.

Para la recolección inicial de los datos, se incluyeron todos los pacientes hospitalizados en el HUN que requirieron una neuroimagen (TC simple y RM simple) indicada crisis convulsiva, de primera vez, sin antecedente de trauma, entre septiembre de 2016 hasta abril de 2021. También se incluyeron en el análisis económico los segundos estudios de TC simple y RM simple realizados durante la hospitalización.

Se analizó la distribución de las variables cuantitativas continuas utilizando la prueba de Shapiro Wilk. Según la distribución de los datos se presentan medidas de tendencia central y de dispersión apropiadas (media, desviación estándar y rango para las variables con distribución normal, o mediana, rangos intercuartílicos y rangos para las variables cuantitativas con distribución no normal). Se investigó la especialidad tratante, o el lugar donde se encuentra hospitalizado el paciente, se relacionó esta variable con la elección del examen imagenológico inicial. Se utilizaron pruebas de Chi cuadrado para comparación de variables categóricas. Se emplearon pruebas paramétricas (T-Student y ANOVA) o no paramétricas (Kruskal-Wallis) apropiadas para la comparación de las variables cuantitativas, de acuerdo con su distribución. Estos análisis se realizaron utilizando el aplicativo Stata versión 12 (Texas University) para Mac.

El cálculo de la razón costo-efectividad se hizo con base en el árbol de decisiones construido con referencia al curso real de los pacientes, aplicando las probabilidades reales obtenidas de la base de datos construida para este propósito y los costos específicos para cada paciente.

Los costos de los exámenes de imágenes diagnósticas fueron calculados con base en las facturas que el hospital expidió a las diferentes aseguradoras (entidades prestadoras de salud, EPS) que en el sistema de salud de Colombia son las encargadas del pago de los servicios. El costo sólo incluye el inherente al examen de imagen diagnóstica. Dado que los costos de los estudios de imágenes y de la hospitalización en el sistema de salud actual

varían según la EPS, se tuvieron en cuenta estos datos para calcular un costo ponderado, que se aplicó a todos los casos.

Se hizo el análisis económico con base en árboles de decisiones que se modelaron con el aplicativo Tree Age versión 2020. La efectividad clínica se definió como el diagnóstico de certeza establecido con el examen inicial. Los árboles de decisiones se construyeron de acuerdo con la ruta clínica que siguieron los diferentes pacientes incluidos en el estudio. Las probabilidades se calcularon con base en la misma ruta, de acuerdo con la revisión de historias clínicas. Una vez construidos los árboles se realizó la simulación con mil iteraciones siguiendo la metodología de Montecarlo, y se hizo el análisis de sensibilidad de una vía estocástico, teniendo en cuenta los IC95% de las probabilidades. Se hizo un diagrama de tornado para el análisis de las variables que influyen en incertidumbre del modelo y se construyó la curva de aceptabilidad para analizar los escenarios donde se sostienen las conclusiones.

Para la revisión de la bibliografía se realizó una búsqueda en las bases de datos: Medline y National Institute for Health Research (NIHR). A continuación, se especifican las estrategias de búsqueda empleadas en cada una de ellas:

-Medline: ("Seizures/diagnostic imaging"[Mesh] OR "Seizures/economics"[Mesh] OR "Seizures/organization and administration"[Mesh] OR "Seizures/statistics and numerical data"[Mesh]). Resultados: 4973.

-NIHR: Seizures. Resultados: 1

Un único autor realizó la selección de los artículos por título y resumen. Posteriormente, se realizó una búsqueda en bola de nieve, empleando las principales referencias bibliográficas encontradas en los artículos seleccionados a través de la búsqueda primaria.

Las referencias bibliográficas fueron organizadas y citadas empleando el gestor de referencias Zotero.

3.3.3 Análisis de sensibilidad

Se realizó el análisis de sensibilidad con base en el mínimo y el máximo valor que se factura de acuerdo con los contratos que el HUN ha suscrito con cada asegurador y con base en el rendimiento diagnóstico de los exámenes imagenológicos realizados. Este último se

estimó como la probabilidad real de hacer el diagnóstico de precisión sin necesidad de hacer otras imágenes en el HUN, y calculando por el método binomial exacto el intervalo de confianza del 95% de dichas probabilidades. Los límites del IC95% de las probabilidades también se usaron para el análisis de sensibilidad.

Finalmente se llevó a cabo una simulación estocástica con 1.000 iteraciones, asumiendo una distribución beta para las probabilidades de efectividad diagnóstica de la TC y de la RM, utilizando la desviación estándar y el promedio para calcular los parámetros de la distribución. Para resultados dicotómicos, como los que ocurren en el presente estudio para la efectividad (diagnóstico sí vs. no, con una sola imagen) la literatura indica usar la distribución beta. Para los costos se utilizó en la simulación una distribución gama usando la desviación estándar y el promedio para calcular los parámetros de la distribución. La literatura indica utilizar esta distribución para los costos.

3.3.4 Horizonte temporal

Se diseñó un horizonte temporal de cuatro meses.

3.3.5 Perspectiva

La perspectiva de este estudio de costo-efectividad es la del tercer pagador del Sistema General de Seguridad Social colombiano.

3.3.6 Tasa descuento

No se aplicó una tasa de descuento porque el horizonte temporal del estudio es menor a un año.

3.3.7 Análisis de efectividad

La efectividad diagnóstica se definió como el poder lograr el diagnóstico de la causa de la crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma, en pacientes hospitalizados del HUN con el primer examen de imágenes diagnósticas.

La efectividad total adjudicada a cada una de las modalidades de imagen se calculó con base en los árboles de decisión construidos.

3.3.8 Eventos generadores de costos

El evento generador de costo es únicamente el examen de imagen diagnóstica empleado. La información para calcular los costos fue derivada de las facturas emitidas por el HUN a las aseguradoras de los pacientes seleccionados para el estudio, que fueron hospitalizados entre los años 2016 y 2021.

El costo total de cada una de las decisiones se calculó con base en los árboles de decisión construidos, en los cuales se aplicaron las probabilidades reales calculadas a partir de la experiencia real en el HUN y los costos asociados a cada decisión.

3.3.9 El costo de los estudios de imágenes diagnósticas

Se tomaron los costos con base en el valor pactado entre el HUN y cada asegurador/pagador para la realización de TC de cráneo simple y RM cerebral simple. El valor final atribuido a cada modalidad de imagen fue calculado como el promedio de los costos cobrados a cada asegurador/pagador.

3.3.10 Limitaciones del diseño con respecto a los objetivos del proyecto

La población de estudio pertenece a un hospital que es centro de referencia, con patologías de alta complejidad y de alto costo en la mayoría de los casos. Esto puede causar sesgo de selección y sesgo de referencia. Por otro lado, las tarifas de costos del hospital deben ser comparadas con otros centros antes de poderlo extrapolar a otras poblaciones y al cuidado en otros centros de salud de alta complejidad. Por las dificultades inherentes al análisis de algunos costos indirectos se eligió la perspectiva del asegurador, la cual es una perspectiva limitada en comparación con la perspectiva de la sociedad.

3.4 Aspectos éticos

Este estudio se considera una investigación sin riesgo de acuerdo con la resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, en la que se utilizaron datos de las historias clínicas, de las bases de datos del HUN y de las facturas emitidas por el HUN y, posteriormente se llevaron a cabo análisis estadísticos descriptivos y modelamientos matemáticos probabilísticos. El estudio no modificó ninguna conducta clínica ya que se realizó en forma retrospectiva, tiempo después del egreso de los pacientes. Todos los resultados se muestran como estadísticas globales y en los mismos no se identifican individualmente los pacientes.

Se realizó protección de datos mediante la presentación anónima de los estudios de imagen diagnóstica que fueron evaluados. En el análisis de datos y en el trabajo final no se incluyó información demográfica de carácter sensible. No se identificó a los sujetos de investigación en ninguno de los acápite del estudio y se mantuvo la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad, acorde con lo estipulado en el artículo 15 de la resolución número 8430 de 1993.

Acorde con lo estipulado en el manual metodológico del Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud (IETS) el investigador principal, el tutor y los codirectores manifiestan no presentar conflictos de interés para la realización de la presente investigación (29).

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigaciones (CEI) del Hospital Universitario Nacional de Colombia (HUN), identificado con ID-CEI: 2020-10-02, en el acta CEI-HUN-ACTA-2020-12, con fecha del 01-febrero-2021 (ver anexo A).

Capítulo 4: Resultados generales.

4.1 Hallazgos de la imagen diagnóstica inicial.

Los resultados de la primera imagen diagnóstica realizada se muestran en la tabla 5, incluyendo la frecuencia con que se realizó cada modalidad, número de pacientes de cada género, la procedencia de los pacientes, servicio solicitante, servicio tratante, diagnóstico clínico que motivó la solicitud del examen, hallazgos imagenológicos y la descripción de los hallazgos críticos identificados en la primera imagen.

Tabla 5. Frecuencia de realización de las modalidades de imagen, número de pacientes de cada género, procedencia de los pacientes, servicio solicitante, servicio tratante, diagnóstico clínico que motivó la solicitud del examen, hallazgos imagenológicos y hallazgos críticos identificados en la primera imagen.

	Variable	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	TC	RM	TOTAL	PEARSON CHI2(1)	Pr
Modalidad	RM	106	62.4%	62.4					
	TC	64	37.6%	100					
	Total	170	100.00%						
Género	F	95	55.88%	55.88%	34 35.79%	61 64.21%	95 100%	0.0431	0.836
	M	75	44.12%	100.00%	30 40%	45 60%	75 100%		
	Total	170	100.00%		64 37.65%	106 62.35%	170 100%		
Procedencia	Bogotá	158	92.9%	92.94%					
	Chía	4	2.35%	95.88%					
	Pacho	2	1.18%	98.24%					
	Chaparral	1	0.59%	93.53%					
	Espinal	1	0.59%	96.47%					
	Mosquera	1	0.59%	97.06%					
	Sogamoso	1	0.59%	98.82%					
	Usme	1	0.59%	99.41%					
	Vélez	1	0.59%	100.00%					
	Total	170	100.00%						
Servicio solicitante	Neurología	70	41.18%	41.18%					
	Medicina general	41	24.12%	65.3%					

	Cuidado crítico	26	15.29%	80.59%					
	Medicina Interna	24	14.12%	94.71%					
	Neurocirugía	4	2.35%	97.06%					
	Oncología	3	1.76%	98.82%					
	Geriatría	1	0.59%	99.41					
	Ginecología y Obstetricia	1	0.59%	1					
	Total	170	100.00%						
Servicio tratante	Hospitalización	136	80.00%	80.00%	47 33.09%	91 66.91%	136 100.00%	3,3576	0.067
	UCI	34	20.00%	100.00%	17 50.00%	17 50.00%	34 100.00%		
	Total	170	100.00		64 37.65%	106 62.35%	170 100.00%		
Diagnóstico clínico	Crisis convulsiva	141	82.94%	82.94%	48 34%	93 66%	141 100.00%	7,0209	0.219
	Status convulsivo	17	10.00%	92.94%	9 52.94%	8 47.6%	17 100.00%		
	Ataque cerebrovascular	5	2.94%	95.88%	3 60.00%	2 40.0%	5 100.00%		
	Emergencia hipertensiva	3	1.76%	97.64%	2 66.67%	1 33.33%	3 100.00%		
	Neuroinfección	3	1.76%	99.4%	1 33.33%	2 66.67%	3 100.00%		
	Eclampsia	1	0.59%	1	1 100.00%	0 0.00%	1 100.00%		
	Total	170	100.00%		64 37.64%	106 62.36%	170 100.00%		
Hallazgo imagenológico	Normal	70	41.18%	41.18%					
	Microangiopatía	13	7.65%	48.83%					
	Secuelas	12	7.06%	55.89%					
	Cambios perictales	11	6.47%	66.36%					
	Hallazgo incidental	11	6.47%	68.83%					
	Tumor intra-axial	10	5.88%	74.71%					

	Infarto agudo	6	3.53%	78.24%					
	Involución	6	3.53%	81.77%					
	Edema cerebral	5	2.94%	84.71%					
	Hemorragia parenquimatosa	5	2.94%	87.65%					
	Trombosis venosa	5	2.94%	90.59%					
	Hemorragia subaracnoid ea	4	2.35%	92.94%					
	Infarto subagudo	2	1.18%	94.12%					
	Absceso cerebral	1	0.59%	94.71%					
	Displasia cortical	1	0.59%	95.3%					
	Encefalitis	1	0.59%	95.89%					
	Enfermedades por priones	1	0.59%	96.48%					
	Facomatosis	1	0.59%	97.07%					
	Hidrocefalia obstructiva	1	0.59%	97.66%					
	Malformación arteriovenosa	1	0.59%	98.25%					
	Síndrome de vasoconstricción cerebral reversible	1	0.59%	98.84%					
	Tumor	1	0.59%	99.43%					
	Tumor extra-axial	1	0.59%	1					
	Total	170	100.00%						
	Hallazgo crítico	Ninguno	124	72.94%	72.94%				
Isquemia aguda		13	7.65%	80.59%					
Efecto de masa		12	7.06%	87.65%					
Hemorragia intracraneal		11	6.47%	94.12%					
Edema cerebral		5	2.94%	97.06%					
Neuroinfección		4	2.35%	99.41%					
Hidrocefalia obstructiva		1	0.59%	1					
Total		170	100.00%						

4.2 Hallazgos críticos en la imagen inicial.

En la tabla 6 se identifica la relación entre la detección de hallazgos críticos y el género, tipo de imagen, diagnóstico clínico y servicio tratante.

Tabla 6. Relación entre detección de hallazgos críticos y género, tipo de imagen, diagnóstico clínico y servicio tratante.

	Características	Hallazgo crítico (Si/No)		Total	Pearson Chi	Pr
		No	Si			
Género	F	70	25	95	0.806	0.0602
	(Número/%)	73.68%	26.32%	100.00%		
	M	54	21	75		
		72.00%	28.00%	100.00%		
Total		124	46	170		
		72.94%	27.06%	100.00%		
Tipo de imagen	RM (Número/%)	76	30	106	0.6820	0.409
		71.87%	28.13%	100.00%		
	TC (Número/%)	50	14	64		
		78,25%	21,75%	100.00%		
Total (Número/%)	126	44	170			
	72.94%	27.06%	100.00%			
Diagnóstico clínico	Crisis convulsiva	103	38	141	44.008	0.493
		73.05%	26.95%	100.00%		
	Status convulsivo	13	4	17		
		76.47%	23.53%	100.00%		
	Neuroinfección	3	0	3		
		100.00%	0.00%	100.00%		
	Ataque cerebrovascular	2	3	5		
		40.00%	60.00%	100.00%		
	Emergencia hipertensiva	2	1	3		
		66.67%	33.33%	100.00%		
Eclampsia	1	0	1			
	100.00%	0.00%	100.00%			
Total	124	46	170			
	72.94%	27.06%	100.00%			
Neurología	54	16	70	11,9023	0,104	

Servicio tratante		77.14%	22.86%	100.00%
	Medicina General	32	9	41
		78.05%	21.95%	100.00%
	Medicina interna	19	5	24
		79.17%	20.83%	100.00%
	Cuidado Crítico	14	12	26
		53.85%	46.15%	100.00 %
	Oncología	2	1	3
		66.67%	33.33%	100.00%
	Geriatría	1	0	1
		100.00%	0.00%	100.00%
	Ginecología y obstetricia	1	0	1
		100.00%	0.00%	100.00%
	Neurocirugía	1	3	4
		25.00%	75.00%	100.00%
	Total	124	46	170
		72.94%	27.06%	100.00%

4.3 Modificación de la conducta y necesidad de exámenes complementarios según la imagen inicial.

En la tabla 7 se muestra la frecuencia de la modificación de la conducta, la relación entre el tipo de modalidad de imagen inicial realizada y la modificación de la conducta, y la frecuencia de exámenes complementarios.

Tabla 7. Frecuencia de modificación de la conducta y su relación con el tipo de modalidad de imagen inicial; y la frecuencia de realización de exámenes complementarios y su relación con el tipo de modalidad de imagen inicial.

	Variables	Modificación de la conducta		Total
		No	Si	
Frecuencia de modificación de la conducta	Frecuencia	128	42	170
	Porcentaje	75.29%	24.71%	100.00%
	Acumulado	75.29%	100.00%	

Modificación de la conducta según la modalidad	RM	77	29	106
		72.65%	27.35%	100.00%
	TC	51	13	64
		79.68%	20.31%	100.00%
Frecuencia de exámenes complementarios	Frecuencia	149	21	170
	Porcentaje	87.6%	12.4%	100.00%
	Acumulado	87.06%	100.00%	
Frecuencia de exámenes complementarios según el tipo de modalidad diagnóstica	RM	102	4	106
		96.22%	3.78%	100.00%
	TC	47	17	64
		73.43%	26.57%	100.00%
	Total	149	21	170
		87.64%	12.36%	100.00%

En la tabla 8 se muestra la frecuencia de TC y RM complementario realizados según el tipo de modalidad de imagen diagnóstica inicialmente empleado.

Tabla 8. Frecuencia de TC y RM complementarios realizados, según el tipo de modalidad de imagen diagnóstica inicial.

Modalidad	TC complementario (Número/%)	RM complementaria (Número/%)	Total (Número/%)
TC	1 5.88%	16 94.12%	17 100.00%
RM	1 25%	3 75%	4 100.00%

Total	2 9.5%	19 90.5%	21 100.00%
Pearson chi2 (1): 2.4702		PR: 0.116	

4.4 Hallazgos de la segunda imagen diagnóstica.

En la tabla 9 se especifica el resultado de los segundos exámenes de imagen diagnóstica de decisiones según el resultado del primer estudio, RM ó TC, según fuese positivo (+) o negativo (-) para hallazgos críticos.

Tabla 9. Frecuencia de hallazgos críticos/no críticos en el segundo examen de imagen diagnóstica, discriminados según los hallazgos del primer estudio de imagen diagnóstica realizado. Se especifica con signo (+), los estudios con hallazgo crítico y con signo (-).

Tabla de decisiones según primer estudio	Primer RM: + (total: 31)	Primer RM: - (total: 75)	Primer TC: + (total: 16)	Primer TC: - (total 48)
Segundo examen RM (total: 19)	1 / 31 (hallazgo no crítico)	2 / 75 (hallazgo no crítico)	1 de 16 (hallazgo crítico)	15 de 48 (3 hallazgos críticos de 15)
Segundo examen TC (total: 2)	0 / 31 (no aplica)	1 de 75 (hallazgo no crítico)	1 de 16 (hallazgo crítico)	0 de 48 (no aplica)

De esta forma, cuando el primer estudio fue una RM con hallazgos críticos, sólo se realizó 1 RM como segundo examen (1 de 31, 3,2%), sin identificar hallazgos críticos (0%). Cuando el primer estudio fue una RM sin hallazgos críticos, se realizaron 2 RM como examen complementario (2 de 75, 2,6%) y 1 TC como examen complementario (1 de 75, 1,3%), sin identificar hallazgos críticos en ambas instancias (0%). Cuando el primer estudio fue un TC con hallazgos críticos, se realizó 1 RM (1 de 16, 6,2%) y 1 TC (1 de 16, 6,2%) como examen complementario, identificando hallazgos críticos en cada caso (1/1; 100%). Por último, cuando el primer estudio fue un TC sin hallazgos críticos, se realizaron 15 RM (15 de 48, 31.25%), identificando hallazgos críticos en 3 (3 de 15, 20%). Hubo un paciente con RM con hallazgo crítico, en quien se repitió una segunda RM para seguimiento. Hubo dos

pacientes con CT con hallazgo crítico, en quienes se repitieron un segundo TC, el cual era para seguimiento y una RM, en la cual se confirmó el hallazgo positivo.

En la tabla 10 se muestra la frecuencia de hallazgos imagenológicos y la frecuencia de hallazgos críticos en el segundo examen de imagen diagnóstica, así como el cambio en la conducta en los pacientes a quienes se les realizó un segundo examen de imagen diagnóstica.

Tabla 10 Frecuencia de hallazgos imagenológicos y hallazgos críticos en el segundo examen, y cambio de la conducta con el segundo examen de imagen diagnóstica.

	Variables	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Hallazgo imagenológico en el segundo examen	Normal	7	33,30%	33.33%
	Cambios perictales	4	19%	52.33%
	Hallazgo incidental	4	19%	71.33%
	Microangiopatía	2	9.5%	80.83%
	Secuelas	2	9.5%	90.33%
	Edema cerebral	1	4.9%	95.23%
	Tumor intra-axial	1	4.9%	100.00%
	Total	21	100.00%	
Hallazgo crítico en segundo examen	No	16	72.2%	72.2%
	Si	5	27.8%	100.00%
	Total	21	100.00%	
Cambio de la conducta con el segundo examen	No	15	71.4%	71.4%
	Si	6	28.6%	100.00%
	Total	21	100.00%	

La tabla 11 muestra los hallazgos del primero y del segundo examen de imagen diagnóstica y se interpreta con el siguiente ejemplo: de los 13 pacientes en quienes el primer examen fue normal, en 8 (61.54%) el segundo examen fue normal, en 3 (23.08%) el segundo mostró

cambios peri-ictales, en 1 (7.69%) hallazgo incidental en el segundo examen y en otro (7.69%) microangiopatía. En un caso en el que en el primer examen se encontró tumor extra-axial (TC), en el segundo (RM) se caracterizó mejor como hallazgo incidental; esta diferencia puede ser resultado del criterio del profesional a cargo (ejemplo a un tumor hipofisiario puede llamársele tumor extra-axial o hallazgo incidental según el contexto clínico, si causa o no síntomas o alteración del campo visual, entre otros aspectos claves de la evaluación clínica).

Se identificó que la variable tiempo entre la solicitud y su realización no presentó una distribución normal. La mediana de tiempo entre la solicitud del examen y su realización fue de 307.5 minutos (Rango Inter-Cuartílico -RIC: 157 a 739 minutos, rango 15 – 8882 minutos). La mediana de tiempo desde la solicitud hasta la realización de la TC fue de 193 minutos (RIC: 69.5 – 356 minutos, rango 15 – 3895 minutos). La mediana del tiempo entre la solicitud y la realización de la RM fue de 423 minutos (RIC: 216 – 1103, rango 15 - 8882 minutos).

Se realizó la prueba de Mann-Whitney para comparar las variables de tiempo de solicitud a realización en TC y RM, identificando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el tiempo de solicitud y tiempo de realización de TC y el tiempo de solicitud y tiempo de realización de la RM ($p = 0.0000$), siendo significativamente mayor para la RM.

La mediana de tiempo entre la realización del examen y tiempo de lectura, no tuvo una distribución normal. La mediana del tiempo entre realización y lectura fue de 956.5 minutos (RIC: 350 – 1273 minutos, rango: 50 a 4585 minutos). La mediana de tiempo entre la realización y lectura de la TC fue de 745 minutos (RIC: 256.5 – 1195 minutos, rango: 59 – 2715 minutos). La mediana del tiempo entre la realización de la RM y su lectura fue de 1015.5 minutos (RIC: 503 – 1287 minutos, rango: 50 – 4585 minutos). No hubo una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas del tiempo de realización y el tiempo de lectura de la TC y de la RM ($p = 0.0777$).

Correlación de hallazgos en el primer examen (fila) y segundo examen (columna).	Cambio peri-ictal	Edema cerebral	Hallazgo incidental	Microangiopatía	Normal	Secuelas	Tumor intraaxial	Total
Edema cerebral (Número/%)	0 0.00%	1 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%
Hallazgo incidental (Número/%)	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%
Hemorragia parénquima (Número/%)	1 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%
Microangiopatía (Número/%)	0 0.00%	0 0.00%	1 50.00%	1 50.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	2 100.00%
Normal (Número/%)	3 23.08%	0 0.00%	1 7.69%	1 7.69%	7 53.8%	0 0.00%	0 0.00%	12 100.00%
Secuelas (Número/%)	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	2 100.00%	0 0.00%	2 100.00%
Tumor extra-axial (Número/%)	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%
Tumor intra-axial (Número/%)	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	1 100.00%	1 100.00%
Total (Número/%)	4 18.18%	1 4.55%	4 18.18%	2 9.09%	8 36.36%	2 9.09%	1 4.55%	22 100.00%
Pearson chi2(42)	87.3654	Pr = 0.000						

Tabla 11. Correlación de hallazgos entre el primer y segundo exámenes de imagen diagnóstica realizados.

La concordancia (fuera del azar) con los hallazgos del segundo examen (índice kappa) cuando se empleó TC como imagen inicial fue del 53.72% (SE: 0.2132), con significancia estadística ($P = 0.0000$). Por su parte la concordancia entre los hallazgos del segundo examen cuando se empleó RM como primer examen fue del 33.33.

4.5 Análisis de costos.

Los costos cobrados a cada asegurador/pagador se muestran en la tabla 33.

Tabla 12. Costos de TAC y RM por EPS (descritas de forma anónima).

CUPS	879111	883101
DESCRIPCION	TOMOGRFÍA COMPUTADA DE CRÁNEO SIMPLE	RESONANCIA MAGNÉTICA DE CEREBRO
EPS 1	156.398	589.902
EPS 2	160.124	603.958
EPS 3	157.213	592.977
EPS 4	172.895	652.128
EPS 5	160.124	603.958
EPS 6	164.977	622.260
EPS 7	153.331	578.335
EPS 8	164.977	622.260
EPS 9	507.000	2.603.500

En la ilustración 1, se muestra el árbol de decisiones, que explica el esquema que siguió el análisis de costos con las correspondientes variables utilizadas. En este, se tomó el costo total de los exámenes de imagen diagnóstica de la siguiente forma:

Brazo de la RM como examen inicial con hallazgo positivo (Hallazgo A+)

1. Examen inicial RM Hallazgo A+, sin segundo examen: Costo de la RM inicial.

2. Examen inicial RM Hallazgo A+, con segundo examen con hallazgo positivo (Hallazgo A+2do examen): Costo de la RM inicial.
3. Examen inicial RM Hallazgo A+, con segundo examen con hallazgo negativo (Hallazgo A-2do examen): Costo de la RM inicial y del segundo examen.

Brazo de la RM como examen inicial con hallazgo negativo (Hallazgo A-)

4. Examen inicial RM Hallazgo A-, sin segundo examen: costo de la RM inicial.
5. Examen inicial RM Hallazgo A-, con segundo examen Hallazgo A+2do examen: costo de la RM inicial.
6. Examen inicial RM Hallazgo A-, con segundo examen Hallazgo A-2do examen: costo de la RM inicial y del segundo estudio.

Brazo de CT con hallazgo positivo (Hallazgo A+)

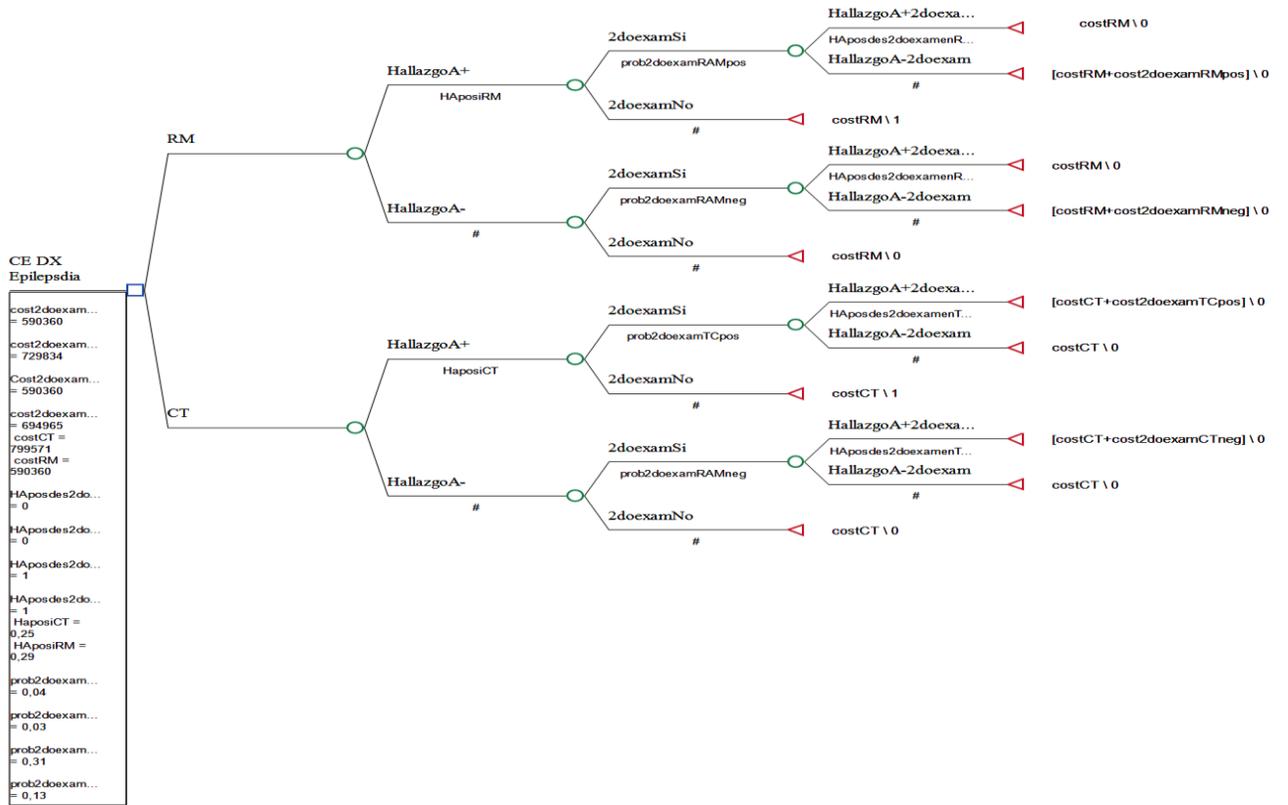
7. Examen inicial CT Hallazgo A+, sin segundo examen: Costo del CT inicial.
8. Examen inicial CT Hallazgo A+, con segundo examen con hallazgo positivo (Hallazgo A+2do examen): Costo del CT y del segundo examen.
9. Examen inicial RM Hallazgo A+, con segundo examen con hallazgo negativo (Hallazgo A-2do examen): Costo de la RM inicial y RM del segundo examen.

Brazo de CT con hallazgo negativo (Hallazgo A-)

10. Examen inicial CT Hallazgo A-, sin segundo examen: Costo del CT inicial.
11. Examen inicial CT Hallazgo A-, con segundo examen con hallazgo positivo (Hallazgo A+2do examen): Costo del CT y del segundo examen.
12. Examen inicial RM Hallazgo A+, con segundo examen con hallazgo negativo (Hallazgo A-2do examen).

La efectividad fue medida como el mejor desenlace compuesto por hallazgo positivo con el primer examen sin necesidad del segundo examen (identificado por el desenlace CostRM/1 y costCT/1).

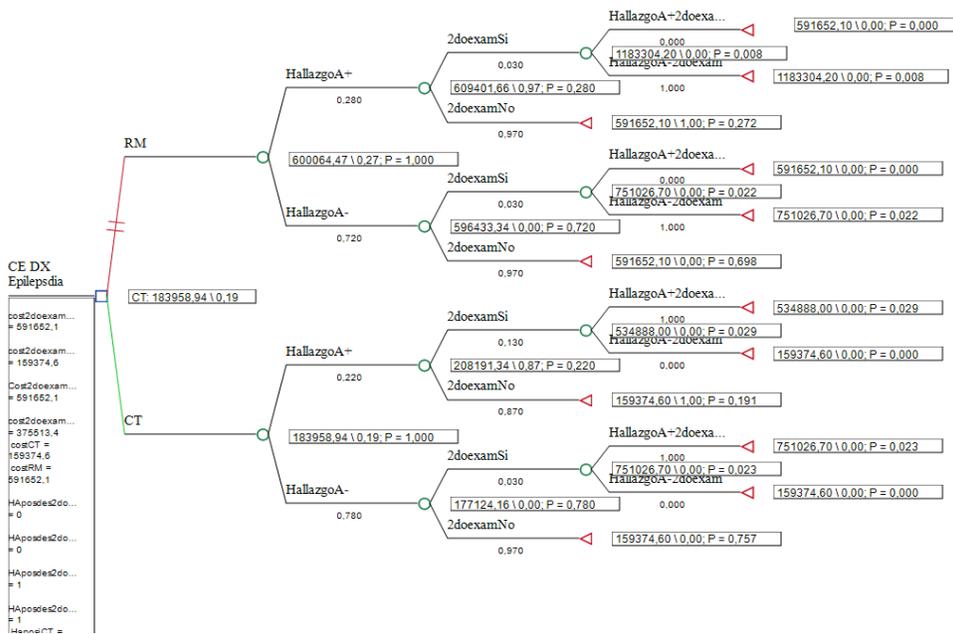
Ilustración 1. Esquema del árbol de decisiones.



4.5.1 Árbol de decisión de costo-efectividad.

En la ilustración 2 se esquematiza el árbol de decisión de costo-efectividad. El método de cálculo para su construcción es denominado valor esperado, que se obtiene al multiplicar los resultados del desenlace (costos por el producto de las probabilidades de cada rama) por el método Roll-Back. El análisis del árbol de costo-efectividad muestra el costo que se pagaría al final del desarrollo de cada nodo de decisiones (círculos verdes sin relleno), al final de cada brazo se muestra el valor correspondiente a cada tipo de decisión.

Ilustración 2. Árbol de costo-efectividad.



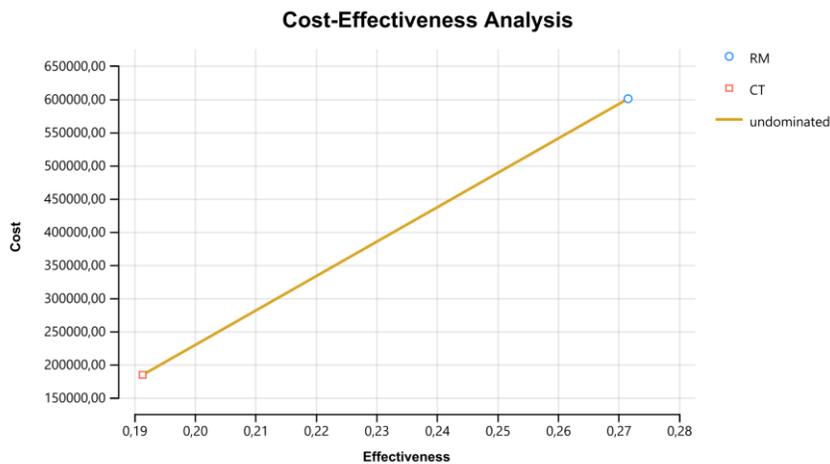
4.6 Análisis de costo-efectividad

Tabla 13. Análisis de costo efectividad.

Estrategia	Costo	Costo incremental	Efectividad ajustada al modelo	Efectividad incremental	ICER
TC	183.958,9		0,1914		
RM	600.064,4	416.105,5	0,2716	0,0802	5.188.347,347

Según la información de la tabla 13, emplear RM como imagen inicial en el diagnóstico de crisis convulsiva de nueva aparición, sin antecedente de trauma, tiene un costo de \$5.188.347,3 para la detección de cada hallazgo crítico adicional comparado con el costo incurrido al emplear TC como modalidad de imagen inicial. En el plano de costo-efectividad (ilustración 3), se representa de forma gráfica el resultado obtenido, identificando que la TC (círculo azul) es menos efectiva y menos costosa, y la RM es más efectiva y más costosa (cuadrado rojo), por lo cual ninguna de las modalidades fue dominante (más efectiva y menos costosa) ni dominada (menos efectiva y más costosa).

Ilustración 3 Plano de costo efectividad.



Las ilustraciones 4 y 5 muestran de forma diferente los resultados del análisis de sensibilidad univariado, en forma de diagrama de tornado (ilustración 4), donde se muestra que la variable que más impacta en los cambios del ICER es que la RM identifique hallazgos

positivos en el primer examen, sin necesidad de exámenes adicionales. En la curva de sensibilidad (ilustración 5), se demuestra que a medida que se presenta aumento en la probabilidad de tener un hallazgo positivo con la RM como primer examen y sin exámenes complementarios, se obtiene disminución en el ICER (ejemplo con una probabilidad de 0,20 corresponde un ICER de \$159.645.561,77 y con probabilidad de 0,38 se obtiene un ICER de \$2.355.543,78).

Tornado Diagram - ICER RM vs. CT

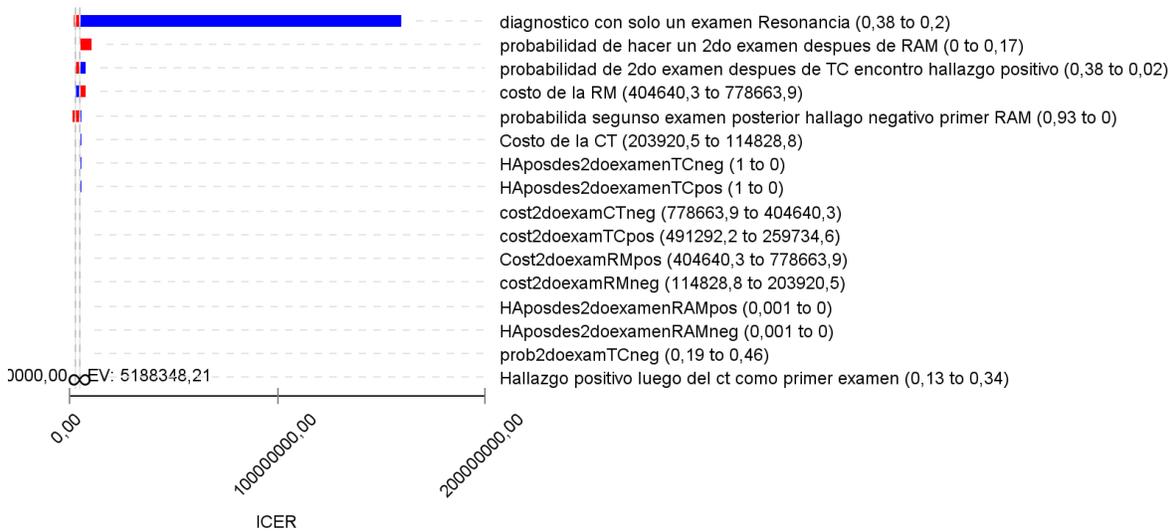


Ilustración 4. Diagrama de tornado.

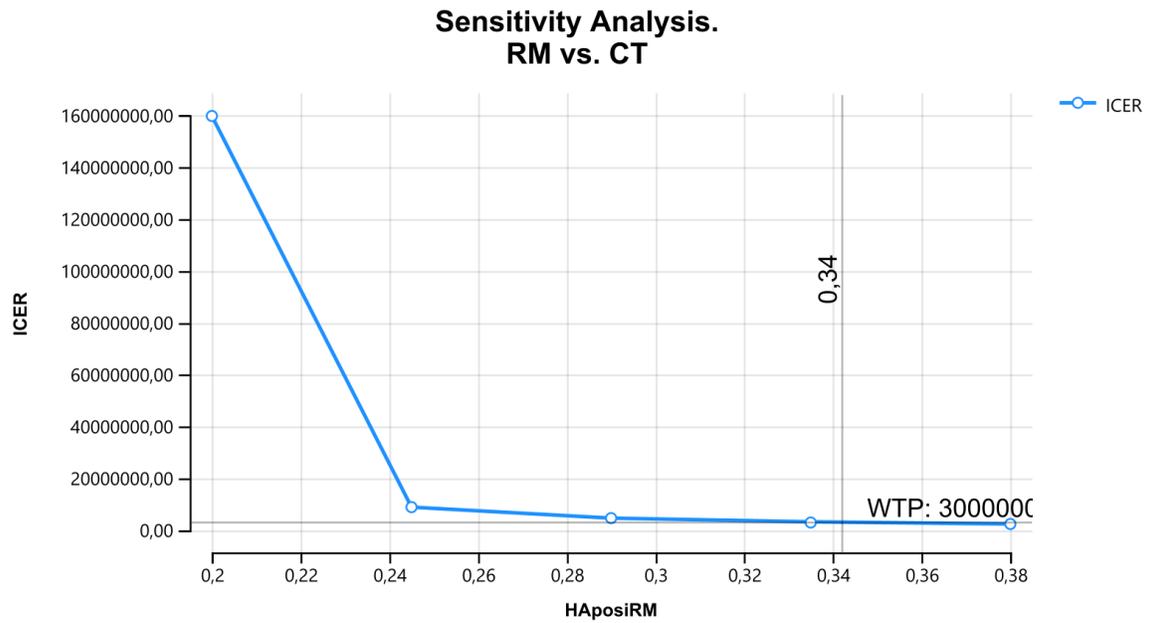


Ilustración 5. Análisis de sensibilidad.

En la gráfica de dispersión (ilustración 6), obtenida del análisis probabilístico de 1000 iteraciones empleando la metodología de Monte Carlo, se identificó que existe una

probabilidad de que el 24.2% de las RM fuesen costo-efectivas (círculos verdes) cuando se empleó un umbral de disposición a pagar de \$ 3.000.000.

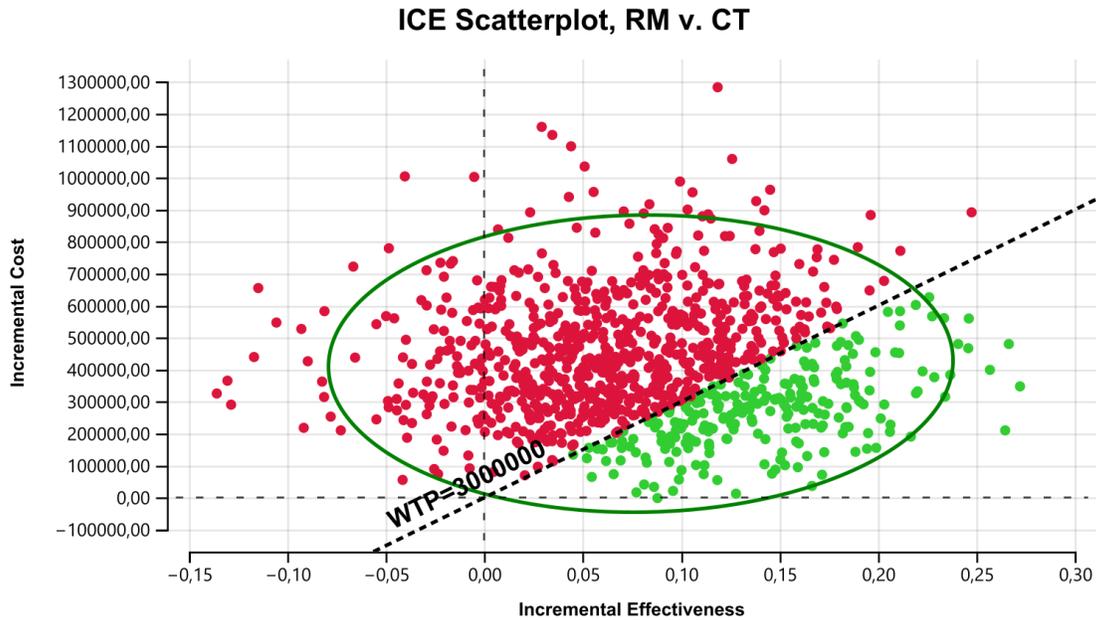


Ilustración 6. Gráfica de dispersión.

En la curva de aceptabilidad (ilustración 7) se puede apreciar que a valores de disposición a pagar (Willingness To Pay -WTP-) inferiores a \$500.000 la TC podría ser 100% costo efectiva y a medida que la disposición a pagar aumenta, la probabilidad de que la RM sea costo efectiva va incrementando y complementariamente la probabilidad de que la TC sea costo efectiva va disminuyendo; por ejemplo, con una disposición a pagar de \$ 5.300.000, tanto la RM como la TC tienen 50% de probabilidad de ser costo efectivas y solo a partir de valores superiores a este límite, la RM empieza a ser la modalidad costo efectiva.

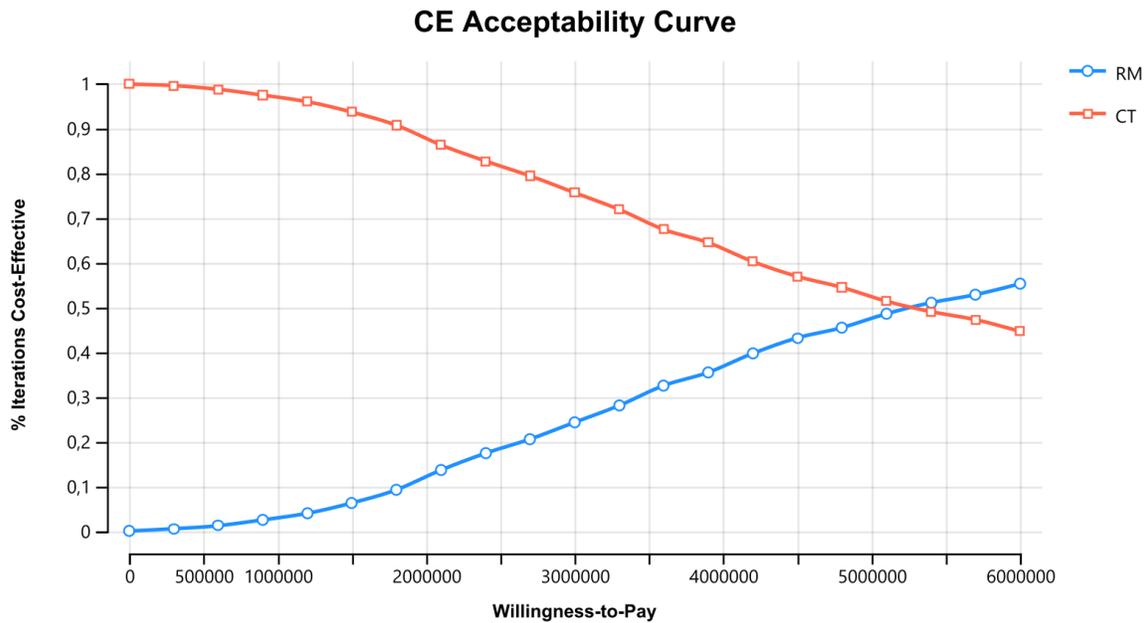


Ilustración 7. Curva de aceptabilidad de disposición a pagar para la TC y RM.

Capítulo 5: Discusión

En el presente estudio se encontró que la neuroimagen más frecuentemente realizada a pacientes con crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma, fue la RM (63.53%), durante su hospitalización en el HUN. La mayoría de pacientes con el diagnóstico fueron mujeres (55.88%), información corroborada en el estudio EPINEURO (3). No hubo diferencias estadísticamente significativas según el género del paciente ($p = 0.836$), siendo en ambos grupos más frecuente la solicitud de RM.

La procedencia de los pacientes de la población estudiada fue en su mayoría de Bogotá (92.94%). Esto es esperable, ya que el HUN tiene sede en la ciudad de Bogotá. En el estudio EPINEURO también fue la ciudad donde más convulsiones fueron reportadas, probablemente debido a que es la ciudad con mayor número de habitantes del país (3).

Los diagnósticos clínicos principales registrados en la historia clínica como motivo de solicitud del estudio de imagen diagnóstica fueron 82.9% por crisis convulsivas, 10% por *status* convulsivo, 2.9% por ataque cerebrovascular, 1.7% por emergencia hipertensiva, 1.7% por neuroinfección y 0.5% por eclampsia. En el estudio EPINEURO (3), el diagnóstico más frecuentemente reportado en el país fue convulsiones generalizadas, con un 36%. En este estudio no se hizo discriminación por el subtipo específico de convulsión reportado, aunque en su mayoría fueron del subtipo generalizadas.

No hay estudios comparativos para analizar la relación entre el servicio de atención del paciente, el diagnóstico inicial y el tipo de neuroimagen solicitada.

Los hallazgos más frecuentes en las neuroimágenes fueron: examen normal en 41.1%, microangiopatía en 7.65%, hallazgos secuelares en 7%, cambios peri-ictales en 6.4%, hallazgos incidentales en 6.4%, tumor intra-axial en 5.8%, edema cerebral en 2.9%, hemorragia parenquimatosa en 2.9% y trombosis venosa en 2.9%. En 72.9% no se encontró un hallazgo crítico y en 27.9% hubo hallazgos críticos, de los cuales se encontró isquemia en 7.65%, efecto de masa en 7.0%, hemorragia intracraneal en 6.4%, edema cerebral en 2.94%, neuroinfección en 2.3% e hidrocefalia obstructiva en 0.6%. No hubo diferencias en la distribución de hallazgos críticos según el género ($p = 0.806$). En el estudio de Hopkins et al, se documentaron hallazgos normales en 87.7%, atrofia (6.4%), tumor (3.5%), isquemia (1.3%) y otros (0.7%) (14). En el estudio de King et al, se documentaron los hallazgos críticos más frecuentes en RM en orden descendente: tumor, desorden del desarrollo cortical, trauma, esclerosis hipocampal, angioma cavernoso e hidrocefalia (20).

Se encontraron hallazgos críticos en 21.7% de los casos cuando se empleó TC como modalidad de imagen inicial y 28.1% cuando se empleó RM como imagen inicial, sin presentar diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.409$). Schoennenger y Heim informaron una tasa de detección del 34% para la TC en casos de crisis convulsiva generalizada (19). La ACR reportó una efectividad para la TC del 30% o menor (1). Hakami et al reportaron lesiones epileptogénicas en 23% de los casos estudiados por RM (18). En la revisión sistemática de Tranvinh et al, se reportó que la efectividad de las neuroimágenes en primera crisis convulsiva es 1-57% para la TC de cráneo simple y 14-43% para la RM cerebral simple (16).

Hubo modificación de conducta en 95.6% de los cuales presentaban hallazgos críticos en la neuroimagen empleada. Por el contrario, la conducta no se modificó en ninguno de los pacientes en los que no se encontraron hallazgos críticos. En general, el 75% de los pacientes no presentó modificación de la conducta. De esto se deriva, que las imágenes diagnósticas podrían relacionarse con modificaciones en la conducta clínica en aproximadamente uno de cada cuatro pacientes. De los pacientes a los cuales se hizo TC como examen inicial se modificó la conducta en 20.3% y de los que se hizo RM como examen inicial se modificó la conducta en 27.3%, resultando en una diferencia estadísticamente no significativa ($p = 0.392$). Estos resultados están de acuerdo con la información publicada, encontrando que se pueden presentar modificaciones en la conducta clínica en hasta 50% de los pacientes adultos tras la neuroimagen (23).

Se realizó RM complementaria al 26.56 % de pacientes a los que se les realizó TC inicial, comparado con 1.8% de pacientes a los que se realizó RM como examen inicial, resultando en una diferencia estadísticamente significativa a favor de la RM, ya que requiere menos realización de segundos exámenes cuando se escoge como modalidad de imagen diagnóstica inicialmente ($P = 0.000$). En el estudio de Magee JA et al, realizado en Irlanda, se estimó que a 8% de los pacientes a lo que se hizo TC inicial se les realizó una RM como segundo examen (25), mucho menor a la encontrada en nuestra población.

La medición de tiempos entre la solicitud y la realización del examen de imagen diagnóstica y entre la realización y su interpretación es información original, sobre la cual no se encontraron estudios comparativos.

La concordancia (fuera del azar) general entre los hallazgos del primero y el segundo examen (índice kappa) fue del 53.72% (SE: 0.2132), que se considera una concordancia moderada, y tuvo significancia estadística ($P = 0.0000$). A este respecto, se ha descrito que una concordancia (índice kappa) < 0: Concordancia menor a la supuesta; 0.01–0.20: Poca concordancia; 0.21– 0.40: Concordancia justa; 0.41–0.60: Concordancia moderada; 0.61–0.80: Concordancia sustancial; 0.81–0.99: Concordancia casi perfecta (30). Cuando se analizaron solamente los pacientes a quienes se les hizo un segundo examen después de la TC, se encontró una concordancia justa y cuando se analizó la concordancia de un segundo examen después de haber empleado RM como primer examen hubo poca concordancia (33.33%), lo cual puede deberse al poco número de segundos exámenes practicados cuando se inició por RM, lo cual a su vez puede deberse al pequeño número de casos en el estudio.

Los costos fueron calculados a partir de las facturas generadas a los terceros pagadores. El costo promedio de una TC fue \$183.958 y de una RM fue de \$ 600.064. El costo incremental por escoger la RM como modalidad de imagen inicial fue \$416.106. Con respecto a esto, se identificó un estudio proveniente de Irlanda que reportó costos de las neuroimágenes en la evaluación de la crisis no convulsiva, identificando un costo para la TC de 200 € y un costo para la RM de 225 €, y estimó que, por cada TC seguida de RM

como segundo examen, se incrementaba el costo en 180 € por la atención de cada paciente en promedio (25).

El ICER obtenido implica un incremento en el costo de \$5.188.347 por identificar un hallazgo crítico adicional cuando se emplea RM comparado con el costo incurrido al emplear TC, sobre lo cual no se identificaron estudios comparativos. De acuerdo al plano de costo efectividad ninguna de las estrategias fue dominante ni dominada, porque una tuvo menor costo pero no mayor efectividad (TC) y la otra tuvo mayor efectividad pero no menor costo (RM). Según el análisis de sensibilidad, la variable que más afectó la incertidumbre del modelo fue la detección de hallazgos críticos realizado empleando una RM como imagen inicial, sin necesidad de exámenes complementarios, sobretodo cuando esta tuviese una efectividad del 38%. Por lo anterior, bajo el escenario descrito en condiciones reales, se puede considerar que la TC presenta una efectividad aceptable a expensas de un costo considerablemente menor que la RM (27).

De acuerdo con el análisis de 1000 iteraciones, se encontró que, con una disposición a pagar de \$500.000 o menos por el uso de imágenes diagnósticas, la TC podría ser 100% costo-efectiva en el diagnóstico correcto de pacientes con crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma, y esta probabilidad va disminuyendo, acompañado de un aumento complementario en la probabilidad de que la RM sea costo-efectiva, conforme la disposición a pagar va aumentando. Es así, que a valores superiores a \$5.300.000 la RM podría ser costo-efectiva. Esto se encuentra por encima del valor establecido como límite de disposición a pagar de 3.000.000, que en las condiciones estudiadas, fue el costo máximo que generalmente asumieron los terceros pagadores.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

6.1.1 General

1. La TC de cráneo simple podría ser costo-efectiva con una disposición a pagar inferior a \$5.300.000 cuando se emplea como primera modalidad de imagen diagnóstica comparado con la RM cerebral simple en pacientes con crisis convulsiva, de primera vez, sin antecedente de trauma, en la condiciones y modelo utilizado.

6.1.2 Específicos

1. La mayoría de los pacientes con diagnóstico de crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma, atendidas en el HUN, fueron mujeres, sin diferencias estadísticamente significativas, el sitio de procedencia más frecuentemente atendido fue perteneciente a Bogotá, y el servicio de hospitalización más frecuente fue neurología, con amplia diferencia. No hubo diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de TC y RM solicitadas por los diferentes servicios de especialidades médicas para el escenario clínico de interés.
2. Los hallazgos críticos más frecuentes en las imágenes diagnósticas fueron isquemia aguda, efecto de masa, hemorragia intracraneal, edema cerebral, neuroinfección e hidrocefalia obstructiva, en orden descendente.
3. La efectividad de la TC de cráneo simple, medida como la proporción de casos en los cuales identificó hallazgos críticos fue de 21.75%. La efectividad de la RM cerebral simple, medida como la proporción de casos en los cuales identificó hallazgos críticos fue 28.13%, para una efectividad incremental de 6,38% a favor de la RM cerebral simple.
4. El costo promedio de una TC fue \$183.958 y de una RM fue de \$ 600.064, con un costo incremental mayor para la RM para alcanzar un hallazgo positivo comparado con una TC cuando era seleccionada como imagen diagnóstica inicial.

5. La razón de costo-efectividad incremental (ICER) fue \$ 5.188.347, que es el valor por pagar para identificar un hallazgo crítico adicional cuando se decide emplear RM como primera modalidad de imagen, comparado con la TC.

6.2 Recomendaciones

1. En hospitales de cuarto nivel, con disponibilidad de los dos tipos de modalidad de imagen y con disposición a pagar del tercer pagador (EPS y/o aseguradora) de hasta \$5.300.000, se recomienda emplear TAC de cráneo simple como modalidad de imagen inicial, en pacientes con crisis convulsiva de primera vez, sin antecedente de trauma.
2. Debe tomarse precaución en la extrapolación de los resultados de este estudio, dado que fueron calculados para el escenario descrito para un hospital de cuarto nivel, sin servicio de urgencias.

Anexo A. Carta de aceptación de la tesis por parte del comité de ética del Hospital Universitario Nacional de Colombia.



Bogotá, D.C., 01 de febrero de 2021

Doctor
ANDRÉS FELIPE DONADO
Residente
Radiología e Imágenes Diagnósticas
Universidad Nacional de Colombia

Referencia: Proyecto "Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de Tomografía Computarizada comparada con la Resonancia Magnética, como primera modalidad diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva, usuarios del Hospital Universitario Nacional de Colombia hasta el año 2021" (ID: CEI-2020-10-02).

EL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO NACIONAL DE COLOMBIA

CERTIFICA

Que el proyecto de investigación titulado "Análisis de costo – efectividad diagnóstica del uso de Tomografía Computarizada comparada con la Resonancia Magnética, como primera modalidad diagnóstica en pacientes con crisis convulsiva, usuarios del Hospital Universitario Nacional de Colombia hasta el año 2021" con ID: CEI-2020-10-02, cuyo investigador principal es el Dr. Andrés Felipe Donado Moré, fue valorado por parte del Comité de Ética de la Investigación del Hospital Universitario Nacional de Colombia (CEI-HUN) previa verificación del quórum, en la décimo segunda sesión ordinaria del 2020 (14 de diciembre de 2020). La evaluación tuvo en cuenta la pertinencia del proyecto, su rigor metodológico, la calidad científica y el cumplimiento de la normatividad ética, técnica y científica a la que están sujetas investigaciones como la propuesta. Esta decisión será ratificada en la siguiente sesión ordinaria del CEI-HUN.

El proyecto implica investigación en seres humanos, y es compatible con las Normas Científicas, Técnicas y Administrativas para la Investigación en Salud, descritas en la Resolución No. 8430 de 1993 y la Resolución 2378 de 2008. La categoría de riesgo a los seres humanos a la que el proyecto se ajusta es la de investigación sin riesgo.

Sus miembros revisaron y aprobaron los siguientes documentos del presente proyecto:

1. Carta de presentación.
2. Protocolo de Investigación, versión 3.0. de enero de 2021.
3. Resumen ejecutivo.
4. Hojas de vida resumidas.
5. Certificados de Buenas Prácticas Clínicas.

Concepto: El CEI-HUN precisa que el estudio cumple los requisitos de calidad y rigor exigidos, por lo tanto, se permite **APROBAR** el protocolo y los documentos previamente mencionados.

Hospital Universitario Nacional de Colombia
Calle 44 # 59 - 75 Bogotá, Colombia
TEL : 390 48 88
www.hun.edu.co



CM-FR-04 VIGENTE DESDE 2019-04-15 VERSIÓN :001





Declaración de intereses: Los miembros del Comité declaran no tener intereses en la evaluación de este protocolo con el investigador.

Nombre	Cargo
José Guillermo Ruiz Rodríguez	- Presidente del CEI - Médico, Especialista en Medicina Interna, Especialista en Gerencia en Salud, Especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo.
Clara Eugenia Arteaga Díaz	- Médico, Magíster en Genética Humana, Magíster en Bioética. - Miembro de la comunidad.
Jesús Becerra Camargo	- Químico Farmacéutico, Magíster en Administración de Salud, Magíster en Atención Farmacéutica, Doctor en Farmacia Asistencial.
Giancarlo Buitrago	- Médico, Magíster en Epidemiología Clínica, Magíster en Economía, Doctor en Economía.
Carol Cristina Guarnizo Herreño	- Odontóloga, Magíster en Salud Pública, Doctora en Epidemiología.
Itali Linero Segreña	- Odontóloga, Especialista en Cirugía Maxilofacial, Doctora en Biotecnología.
María Cristina Plazas	- Matemática, Magíster en Física Radiológica y Médica, Doctora en Física de la Radiobiología Médica.
Gerardo Quintana	- Médico, Especialista en Medicina Interna, Sub-especialista en Reumatología, Magíster en Epidemiología Clínica.

La sede del Comité de Ética de la Investigación del Hospital Universitario Nacional de Colombia se encuentra ubicada en la Calle 44 # 59-75 (Bogotá, Colombia). El CEI-HUN se adhiere a las disposiciones contempladas en la Declaración de Helsinki. De igual manera se rige bajo los lineamientos jurídicos y éticos del país, que se encuentran consignadas en las resoluciones 8430 de 1993 y 2378 de 2008 del Ministerio de Protección Social.

Lo anterior consta en el acta CEI-HUN-ACTA-2020-12.

Cordialmente,

JOSÉ GUILLERMO RUIZ
Presidente
Comité de Ética de la Investigación



Hospital Universitario Nacional de Colombia
Calle 44 # 59 - 75 Bogotá, Colombia
TEL: 390 48 88
www.hun.edu.co



CM-FR 04 VIGENTE DESDE 2015-04-15 VERSIÓN 2017

Bibliografía

1. Lee RK, Burns J, Ajam AA, Broder JS, Chakraborty S, Chong ST, et al. ACR Appropriateness Criteria® Seizures and Epilepsy. *J Am Coll Radiol*. 2020;17(5):S293-304.
2. Fisher RS, Acevedo C, Arzimanoglou A, Bogacz A, Cross JH, Elger CE, et al. ILAE Official Report: A practical clinical definition of epilepsy. *Epilepsia*. 2014;55(4):475-82.
3. Velez A, Eslava-Cobos, J. Epilepsy in Colombia: Epidemiologic Profile and Classification of Epileptic Seizures and Syndromes. 2006; 47: 193-201.
4. Fields MC, Labovitz DL, French JA. Hospital-onset seizures. *JAMA Neurol*. 2013; 70(3):360-4.
5. Kotisaari K, Virtanen P, Forss N, Strbian D, Scheperjans F. Emergency computed tomography in patients with first seizure. *Seizure*. 2017; 48:89-93.
6. Pathan SA, Abosalah S, Nadeem S, Ali A, Hameed AA, Marathe M, et al. Computed tomography abnormalities and epidemiology of adult patients presenting with first seizure to the emergency department in qatar. *Acad Emerg Med*. 2014;21(11):1264-8.
7. Smith AB, van Hoving DJ, Wallis LA. Emergency centre investigation of first-onset seizures in adults in the Western Cape, South Africa. *S Afr Med J*. 2013;103(10):723-7.
8. Mower WR, Biros MH, Talan DA, Moran GJ, Ong S. Selective Tomographic Imaging of Patients with New-onset SeizureDisorders. *Acad Emerg Med*. 2002;9(1):43-7.
9. Das CP, Sawhney IM, Lal V, Prabhakar S. Risk of recurrence of seizures following single unprovoked idiopathic seizure. *Neurol India*. 2000;48(4):1-4.

10. Tardy B, Lafond P, Convers P, Page Y, Zeni F, Viallon A, et al. Adult First Generalized Seizure: Etiology, Biological Tests, EEG, CT Scan, in an ED. *Am J Emerg Med.* 1995;13(1):1-5.
11. Schoenenberger Ronald A HSM. Indication for computed tomography of the brain in patients with first uncomplicated generalised seizure. *BMJ.* 1994;309:986-9.
12. Henneman PL, DeRoos F, Lewis RJ. Determining the need for admission in patients with new-onset seizures. *Ann Emerg Med.* 1994;24(6):1108-14.
13. Earnest MP, Feldman H, Marx JA, Harris JA, Bilech M, Sullivan LP. Intracranial lesions shown by CT scans in 259 cases of first alcohol-related seizures. *Neurology.* 1988;38(10):1561-1561.
14. Hopkins A, Garman A, Clarke C. THE FIRST SEIZURE IN ADULT LIFE Value of Clinical Features, Electroencephalography, and Computerised Tomographic Scanning in Prediction of Seizure Recurrence. *The Lancet.* 1988;721-6.
15. Ramirez-Lassepas M, Cipolle RJ, Morillo LR, Gumnit RJ. Value of Computed Tomographic Scan in the Evaluation of Adult Patients Mter Their First Seizure. *Ann Neurol.* 1984;15:536-43.
16. Tranvinh E, Lanzman B, Provenzale J, Wintermark M. Imaging evaluation of the adult presenting with new-onset seizure. *Am J Roentgenol.* 2019;212(1):15-25.
17. Olszewska DA, Costello DJ. Assessment of the usefulness of magnetic resonance brain imaging in patients presenting with acute seizures. *Ir J Med Sci.* 2014;183(4):621-4.
18. Hakami T, McIntosh A, Todaro M, Lui E, Yerra R, Tan KM, et al. MRI-identified pathology in adults with new-onset seizures. *Neurology.* 2013;81(10):920-7.
19. Liu RSN, Lemieux L, Bell GS, Sisodiya SM, Bartlett PA, Shorvon SD, et al. The structural consequences of newly diagnosed seizures. *Ann Neurol.* 2002;52(5):573-80.
20. King M, Newton M, Jackson G, Fitt G, Mitchell A, Silvapulle M, et al. Epileptology of the first-seizure presentation: a clinical,electroencephalographic, and magnetic resonance imaging study of 300 consecutive patients. *The Lancet.* 1998;352:1007-11.

21. Bernd Pohlmann Eden SA. Epileptology of the first-seizure presentation. *The Lancet*. 1998;352:1855-6.
22. Kim SE, Lee BI, Shin KJ, Ha SY, Park J, Park KM, et al. Characteristics of seizure-induced signal changes on MRI in patients with first seizures. *Seizure*. 2017;48:62-8.
23. Bernal B, Altman NR. Evidence-based medicine: neuroimaging of seizures. *Neuroimaging Clin N Am*. 2003;13(2):211-24.
24. Ramli N, Rahmat K, Lim KS, Tan CT. Neuroimaging in refractory epilepsy. Current practice and evolving trends. *Eur J Radiol*. 2015;84(9):1791-800.
25. Magee JA, Burke T, Delanty N, Pender N, Fortune GM. The economic cost of nonepileptic attack disorder in Ireland. *Epilepsy Behav*. 2014;33:45-8.
26. Burch J, Hinde S, Palmer S, Beyer F, Minton J, Marson A, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of technologies used to visualise the seizure focus in people with refractory epilepsy being considered for surgery: A systematic review and decision-analytical model. *Health Technol Assess*. 2012;16(34):1-163.
27. Sanders GD, Maciejewski ML, Basu A. Overview of Cost-effectiveness Analysis. *JAMA*. 2019;321(14):1400.
28. American-College-of-Radiology. ACR Appropriateness Criteria® [Internet]. 2020 [citado 14 de junio de 2020]. Disponible en: <https://acsearch.acr.org/list>
29. Moreno Mabel, Mejía Aurelio, Castro Hector. Manual para la elaboración de evaluaciones económicas en salud [Internet]. 2014 p. 1-36. Disponible en: www.iets.org.co
30. Viera Anthony, Garrett Joanne. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam Med*. 2005;37(5):360-3.