

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA Y NUTRICIÓN MEXICALI
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**



**“LAS REGLAS CANADIENSES VS HALLAGOS DE TOMOGRAFIA
COMPUTARIZADA DE CRÁNEO EN PACIENTES CON TRAUMATISMO
CRANEOENCEFÁLICO LEVE – MODERADO EN PACIENTES DEL
HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI”**

TRABAJO TERMINAL

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE

IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

P R E S E N T A

JOSE MIGUEL SARIÑANA HIRASHI

No. de registro CEI-HGM: 02-01-HGMXL/CEI/2025-14.

Mexicali, Baja California

Septiembre del 2025

Carta de Dictamen de la Evaluación Escrita del Examen de Grado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE DICTAMEN DE LA EVALUACIÓN DE LA FASE ESCRITA DEL TRABAJO TERMINAL

Mexicali, B.C., a 03 de septiembre de 2025.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado Dictaminador del trabajo terminal titulado "Las reglas canadienses de tomografía de cráneo vs hallazgos de tomografía computarizada de cráneo en pacientes con traumatismo craneoencefálico leve - moderado en pacientes del Hospital General de Mexicali", que para obtener el Diploma de **Especialidad en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica**, presenta el C. José Miguel Sariñana Hirashi una vez concluida la evaluación correspondiente, hemos resuelto APROBADO POR UNANIMIDAD.

TIRSO A. CASTRO A.

Dr. Tirso Amadeo Castro Andrade
Presidente

Dra. Rosa Patricia Cruz Nieves
Codirector

Dr. Ana Georgina Quintero Tinoco
Sinodal

Dr. Cristian German Malvido Torres
Sinodal

Dr. Plácido Domínguez Sánchez
Sinodal

Dra. Marlen Vanessa Salcido Reyna
Secretario

Agradecimientos

(Obligatorio)

En primer lugar gracias a mis asesores de tesis, Dr Tirso Castro y Dra Rosa Cruz, sin su apoyo no hubiese sido posible finalizar esta investigación en tiempo y forma. También mi más sincera gratitud a mis grandes maestros de la especialidad que con su genuina vocación y sabiduría me brindaron una guía clara y un ejemplo a seguir. Ustedes son los verdaderos pilares de la residencia, merecen el reconocimiento íntegro de su labor, especialmente cuando la memoria es corta y los logros buscan nuevos dueños.

Por otra parte, mi formación no estaría completa sin una mención a aquellos adscritos, a quienes debo mi profunda capacidad de autoaprendizaje y resiliencia. Gracias a ellos, aprendí a navegar con absoluta autonomía, a buscar respuestas por vías no convencionales y a forjar soluciones con recursos mínimos, fortaleciendo mi independencia de una manera que jamás habría imaginado.

A mis compañeros residentes, con quienes compartí innumerables horas, agradezco las valiosas lecciones sobre la dinámica del entorno profesional. Gracias a ustedes, comprendí la importancia de la estrategia, la necesidad de proteger el trabajo propio y el valor de la resiliencia en un ambiente de “sana” competencia. Su ejemplo me ha enseñado a valorar, más que nunca, la colaboración transparente y la lealtad genuina.

Finalmente, agradezco a la institución por ilustrarme sobre la compleja estructura de las oportunidades de trabajo y los diversos caminos que conducen al éxito profesional. Ha sido una lección invaluable sobre cómo los méritos pueden adoptar formas inesperadas y la importancia de construir un camino propio basado, sobre todo, en la perseverancia.

A todos, gracias. Cada uno ha contribuido a la persona y profesional que soy.

Abreviaturas

- CDRH: Clinical Decision Rule for Head
- CCHR: Regla Canadienses para tomografía Cráneo
- cīTBI: lesiones cerebrales traumáticas de importancia clínica
- cm/s: Centímetros por segundo.
- DM2: Diabetes mellitus 2.
- EHI o HIE: isquémica leve
- ETC: encefalopatía traumática crónica
- FI: hallazgos incidentales
- g/dL: Gramos sobre decilitro.
- GFAP: proteína ácida fibrilar glial
- HIC: hemorragia intracraneal
- LCT: lesión cerebral traumática
- NOC: Nueva Regla de la Conmoción Craneal
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- OR: Odds Ratio.
- RM: resonancia magnética
- TC: tomografía computarizada
- TCE: traumatismo craneoencefálico
- TCEL: traumatismo craneoencefálico leve
- INQ: necesidad de intervención neuroquirúrgica
- LCI: lesión cerebral clínicamente importante

Contenido

Resumen	8
1. Introducción	10
2. Marco Teórico	10
3 Antecedentes	22
4. Planteamiento del Problema	26
5. Justificación	28
6. Hipótesis y Objetivos	28
6.1 Hipótesis nula	29
6.2 Hipótesis alterna	29
6.3 Objetivos general	29
6.4 Objetivos específicos.	29
7. Materiales y Métodos	29
7.1 Diseño de estudio:	30
Tipo de estudio: Transversal analítico.	30
7.2 Descripción de la población	30
7.4 Criterios de selección	31
7.4.1 Criterios de inclusión	31
7.4.2 Criterios de exclusión	31
7.4.3 Criterios de eliminación	32
7.5 Variables	32
7.6 Análisis estadístico	35
7.7 Aspectos éticos	36
8. RESULTADOS	38
8.1 Características Descriptivas de la Muestra	38
8.2 Frecuencia de aplicación de Guías Clínicas	39
8.3 Asociación entre la Clasificación de Riesgo CCHR y la Patología Traumática General	40
8.4 Asociación entre la Clasificación de Riesgo CCHR y Hallazgos Tomográficos Específicos	41
8.5 Análisis de la Edad como Factor Asociado	47
9. DISCUSIÓN	47
9.1 Resumen e Interpretación de los Hallazgos Principales	47
9.2 Comparación con la Literatura Existente	48
9.3 Fortalezas del Estudio	50
9.4 Limitaciones del Estudio	50
10. CONCLUSIONES	52
11. Bibliografía	53

12. Anexos	58
Anexo A. Acta de aprobación del comité de ética en investigación.	58
Anexo B. Formato de la hoja de recolección de datos.	60

Resumen

LA REGLA CANADIENSE DE TOMOGRAFIA DE CRANEO VS HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE TRAUMA AGUDO EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO LEVE – MODERADO EN PACIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI

Introducción: El traumatismo craneoencefálico (TCE) leve a moderado es causa frecuente de solicitud de tomografía computarizada (TC) de cráneo. La Regla Canadiense de TC de Cráneo (CCHR) es una herramienta diseñada para optimizar el uso de este recurso; sin embargo, su validez y asociación con los hallazgos tomográficos en la población del Hospital General de Mexicali no habían sido evaluados.

Objetivo: Determinar la asociación entre la clasificación de riesgo de la CCHR y los hallazgos tomográficos de trauma agudo en pacientes con TCE leve a moderado atendidos en el Hospital General de Mexicali.

Material y métodos: Se realizó un estudio analítico, observacional, retrospectivo y transversal. Se incluyeron 518 expedientes de pacientes adultos (≥ 18 años) con TCE leve-moderado (Escala de Coma de Glasgow 9-15) a quienes se les hizo una TC de cráneo durante el año 2024. Variables principales: clasificación de riesgo CCHR (alto/medio), un grupo control (CCHR no aplicable) y los hallazgos patológicos en TC. La clasificación de riesgo fue determinada por el mismo investigador a partir del expediente electrónico. Se utilizó estadística descriptiva y, para evaluar la asociación se emplearon Chi-cuadrada, Razón de Verosimilitud y el cálculo de Odds Ratio con IC 95% y $p < 0.05$.

Resultados: De 518 pacientes, 74% eran hombres con una edad promedio de 41.1 años. El 74.7% de las tomografías mostraron algún tipo de “patología traumática”. Se encontró asociación estadísticamente significativa entre la clasificación de la CCHR y la presencia de patología traumática general ($p = .051$). Los de “Alto riesgo” tuvieron una probabilidad significativamente mayor de presentar una TC positiva en comparación con los de “Riesgo Moderado” (OR = 1.76 y “No aplica” (OR= 2.06). La asociación fue especialmente fuerte para lesiones intracraneales como fractura

de cráneo, hematoma extra-axial, hemorragia subaracnoidea y contusiones cerebrales ($p < .001$).

Conclusiones: La CCHR fue particularmente válida y efectiva en el contexto del Hospital General de Mexicali, con sus criterios de “Alto Riesgo”, para identificar pacientes con alta probabilidad de lesiones intracraneales graves. Se observó una documentación casi nula, lo que representa una oportunidad para estandarizar los protocolos de atención, optimizar el uso de la TC y mejorar la seguridad del paciente.

Palabras clave: Trauma craneoencefálico, Regla canadiense, Tomografía computarizada, Hallazgos tomográficos.

1. Introducción

El traumatismo craneoencefálico leve a moderado da pie a complicaciones de las cuales se encuentra: Convulsiones, Hidrocefalia, Infecciones, Daño a los vasos sanguíneos, Dolores de cabeza, Vértigo, Hemorragia intracraneal, trombosis del seno venoso. Por lo que es indispensable el uso de las herramientas como la regla canadienses, escala de Glasgow y estudios de imagen como lo es la tomografía computarizada.

Se debe señalar que el traumatismo craneoencefálico es un importante problema de salud pública. En los casos leve a moderado, se pueden presentar vómitos, náuseas. Conforme avanza la enfermedad se produce deterioro cognitivo. En los últimos 17 años, los estudios acerca del traumatismo craneoencefálico (TCE) han experimentado un crecimiento significativo.

Usualmente, los síntomas clínicos de esta patología demoran en surgir, no obstante, estos pueden ser letales, por lo que es esencial efectuar un diagnóstico y tratamiento a tiempo. Estos pacientes se distinguen por presentar cambios clínicos, bioquímicos e histopatológicos durante un periodo extenso, lo que hace imprescindible un diagnóstico preciso para su tratamiento.

Es importante destacar que el diagnóstico y tratamiento de este conjunto de enfermedades se basa en la causa raíz y, indudablemente, en la fase de la enfermedad. Las pruebas de imagen (Tomografía Computarizada), los instrumentos como la regla canadiense y las pruebas de laboratorio son esenciales para establecer el nivel de daño y deterioro cognitivo, permitiendo así la planificación de un tratamiento adecuado, aminorar el tiempo de estancia de los pacientes y de igual forma que sea su estancia menos traumática.

2. Marco Teórico

Las guías de práctica clínica definen como traumatismo craneoencefálico a las lesiones craneales donde existe pérdida de la integridad neuronal generando déficits neurológicos secundarios, con tiempos de instauración y severidad variables. Como tal es una patología heterogénea con diferentes presentaciones clínicas caracterizadas por dos tipos de daño: primario y secundario. ¹

Respecto al daño cerebral primario en lo macroscópico, observable mediante estudios de imagen, se encuentra: distorsión de la sustancia blanca, contusiones cerebrales focales, hematomas intraaxiales y extraaxiales así como edema difuso. El daño cerebral secundario se desarrolla en horas o días posteriores al trauma e incluye la aparición de hematoma subdural agudo, contusiones cerebrales y daño axonal difuso. Tanto los primarios como los secundarios se pueden sobreponer unos a otros. ¹

En la investigación de Coffeng *et.al*, se evaluó el rendimiento de las normas de decisión de tomografía computarizada (TC) vigentes para pacientes de edad avanzada con traumatismo craneoencefálico leve (TCEL). Se contrastaron los hallazgos clínicos y de tomografía computarizada de los pacientes de edad avanzada con pacientes más jóvenes que también sufrían de TCEL, además se evaluó la tasa de mortalidad a los 30 días. Arrojando como resultado que los pacientes de edad avanzada mostraban menor pérdida de conciencia y amnesia postraumática, sin embargo, presentaban una incidencia superior de lesiones intracraneales, deterioro neurológico y mortalidad a los 30 días en relación con los pacientes de edad inferior.²

Las normas de decisión en la Tomografía Computarizada, tomando la edad como único factor de riesgo, detectaron lesiones intracraneales en el 5-8% de los casos en pacientes de edad avanzada. No obstante, eliminando el factor de la edad como riesgo, la sensibilidad de estas normas se incrementó del 60% al 97%. Por lo que recomiendan que, hasta que se establezcan normas de decisión (guías clínicas estandarizadas) de TC específicas para los pacientes de edad avanzada, se apliquen.²

Así como existe la regla canadiense de tomografía de cabeza, también hay otras reglas, guías o normas que podemos seguir. Kharel *et.al* menciona que los médicos disponen de diversas normas validadas para asistir en la toma de decisiones respecto a la imagenología en lesiones musculoesqueléticas. En su artículo refieren que se llevaron a cabo 39 investigaciones en 15 naciones y se descubrió que el entendimiento de las normas era superior en el caso de la regla canadiense de la columna cervical e inferior en las normas de Ottawa para la rodilla.³

Respecto a la utilización de las reglas, se comenta que NEXUS era la más empleada, seguida de la Regla Canadiense de C-Spine, y las Reglas de Ottawa Knee. Estos hallazgos indican que el entendimiento de estas normas es restringido y podría ser provechoso incrementar este conocimiento y enfrentar los desafíos para potenciar su aplicación.³

Las lesiones traumáticas son un factor significativo de morbilidad y mortalidad así lo documenta Below *et.al* con numerosos casos que involucran a motociclistas en accidentes viales. Esto se debe a la situación económica y a la susceptibilidad al trauma. Su investigación abarcó a 208 pacientes, la mayoría con casco (99%). Se notó que el 47.1% de los pacientes fueron sometidos a TC y el 6.3% padecieron traumatismo craneoencefálico. No obstante, los pacientes con casco y una puntuación de coma de Glasgow de 15 y un examen físico normal, estos pacientes no experimentaron un traumatismo craneoencefálico por TC.⁴

Según la regla canadiense podemos dividir a los individuos en alto riesgo y mediano riesgo. La definición de "necesidad de intervención neuroquirúrgica" (INQ) fue precisa: incluía la muerte como consecuencia del TCE en un plazo de siete días, o la necesidad de procedimientos como craniectomía, elevación de una fractura de cráneo, monitorización de la presión intracraneal (PIC) o intubación debida al TCE (confirmada por TC) dentro del mismo periodo. Por su parte, una "lesión cerebral clínicamente importante" (LCI) se definió como cualquier hallazgo agudo en la TC que, en la práctica habitual, justificaría el ingreso hospitalario y un seguimiento neurológico especializado. Es crucial destacar que se excluyeron de esta categoría ciertas lesiones consideradas menores si el paciente se encontraba

neurologicamente intacto, tales como contusiones solitarias de menos de 5 mm, hemorragias subaracnoideas localizadas de menos de 1 mm de espesor, hematomas subdurales laminares de menos de 4 mm de espesor, neumocéfalo aislado, o fracturas deprimidas cerradas que no atravesaran la tabla interna del cráneo. Esta distinción entre INQ y LCI permitió una estratificación del riesgo más granular y clínicamente útil que una simple dicotomía de TC positiva o negativa. Los criterios de "alto riesgo" de la regla se enfocaron primordialmente en la predicción de INQ, mientras que los de "riesgo medio" se orientaron a la detección de LCI en la TC.⁵

Tabla 1
Comparación entre la Regla Canadiense original versus la modificada

Regla Canadiense de TC de Cráneo (original)	Regla Canadiense de TC de Cráneo (modificada)
Alto riesgo (para intervención neuroquirúrgica)	Alto riesgo (para intervención neuroquirúrgica)
Puntuación GCS menor de 15 a las 2 horas después de la lesión	Puntuación GCS menor de 15 en la presentación
Sospecha de fractura de cráneo abierta o deprimida	Sospecha de fractura de cráneo abierta o deprimida
Cualquier signo de fractura de la base del cráneo	Cualquier signo de fractura de la base del cráneo
Vómitos en 2 o más ocasiones	Vómitos en 2 o más ocasiones
Edad mayor o igual a 65 años	Edad mayor o igual a 65 años
Riesgo medio (de lesión cerebral por TC)	Riesgo medio (de lesión cerebral por TC)
Amnesia retrógrada mayor de 30 min	Amnesia retrógrada mayor de 30 min
Mecanismo de lesión peligroso (peatón atropellado, eyección de vehículo, caída de más de 3 pies o 5 escaleras)	Mecanismo de lesión peligroso (peatón atropellado, eyección de vehículo, caída de más de 3 pies o 5 escaleras)
<i>Pacientes con cualquier criterio positivo (alto o mediano riesgo) requieren traslado a hospital.</i>	
<i>GSC, Escala de Coma de Glasgow.</i>	

Extraído y traducido al español de: Alqurashi, N., Bell, S., Carley, S. D., Lecky, F., & Body, R. (2024). Head Injury Evaluation and Ambulance Diagnosis (HOME) Study protocol: a feasibility study assessing the implementation of the Canadian CT Head Rule in the prehospital setting. BMJ Open, 14(6), e077191.

Un objetivo secundario, pero de gran relevancia, era la reducción del número de TC innecesarias. Al optimizar la selección de pacientes para la TC, se buscaba disminuir los considerables costos asociados para el sistema sanitario y minimizar la exposición de los pacientes a la radiación ionizante, todo ello sin comprometer la seguridad del paciente al no identificar lesiones que requirieran atención urgente. La especificación explícita de qué lesiones se considerarían "clínicamente sin importancia" fue un avance metodológico clave.⁵

En la cohorte de derivación original, la Regla Canadiense para TC de Cráneo (CCHR) demostró un rendimiento diagnóstico prometedor. Para la predicción de la necesidad de INQ, los cinco criterios de alto riesgo alcanzaron una sensibilidad del 100% (con un intervalo de confianza del 95% [IC 95%] de 92% a 100%). Cuando se consideraban los siete criterios (alto y medio riesgo) para la predicción de LCI en la TC, la sensibilidad fue del 98.4% (IC 95%: 96-99%). Este altísimo nivel de sensibilidad para INQ se convirtió en uno de los pilares de la aceptación y perdurabilidad de la regla, ya que un umbral que minimiza la posibilidad de omitir lesiones que requieren cirugía es crítico para la seguridad del paciente y la confianza del clínico.⁵

En cuanto a la especificidad, los criterios de alto riesgo para INQ mostraron una especificidad del 68.7%. Para la predicción de LCI utilizando todos los criterios, la especificidad fue del 49.6%. Estos valores implicaban un potencial considerable para reducir el uso de la TC: se estimó que la aplicación de los criterios de alto riesgo requeriría la realización de TC en aproximadamente el 32% de los pacientes con TCE leve, mientras que la aplicación de todos los criterios lo haría en alrededor del 54% de los casos. Numerosas validaciones externas posteriores, realizadas en

diversas poblaciones y entornos clínicos, confirmaron consistentemente la alta sensibilidad de la CCHR, especialmente para la predicción de INQ.⁵

Un hito importante en la validación de la CCHR fue su comparación directa con otra regla de decisión prominente, los Criterios de Nueva Orleans (NOC, por sus siglas en inglés: New Orleans Criteria). Un estudio prospectivo liderado por Stiell y colaboradores, publicado en JAMA en 2005, evaluó ambas reglas en una cohorte de 2707 pacientes adultos con TCE leve.⁶

Las modificaciones a la CCHR no han sido revisiones formales de sus criterios centrales para adultos. Han sido adaptaciones específicas para: (a) refinar su uso en subgrupos como la población geriátrica; (b) evaluar su utilidad en nuevos contextos, como el ámbito prehospitalario; y (c) abordar el manejo de pacientes inicialmente excluidos, como aquellos bajo tratamiento anticoagulante o antiplaquetario.⁷

Por otro lado, la atención prehospitalaria también es un factor importante, como lo menciona Alqurashi *et.al* al valorar la utilidad de la Regla Canadiense de Tomografía Computarizada de Cabeza (CCHR) en el contexto prehospitalario con el fin de detectar a los pacientes con bajo riesgo de lesión cerebral traumática (LCT) que podrían no requerir un desplazamiento a un centro especializado. Adicionalmente, se comprende el valor de la implicación de los pacientes y la audiencia en la investigación clínica, y se ha incluido a representantes de los pacientes, personal hospitalario (o investigadores) y estructuración del estudio. También discutieron los elementos fundamentales como el consentimiento informado y los recursos dirigidos a los pacientes.⁷

Además debemos de tomar en cuenta otros factores de riesgo y comorbilidades como es el caso de los pacientes con crisis epiléptica que son pacientes que sufren con frecuencia TCE y son sometidos a tomografía computada de manera generalizada. En la investigación de Szabo *et.al* se estudió a los individuos con crisis epilépticas y se demostró que constituyen un porcentaje considerable de los ingresos en los servicios de urgencias y frecuentemente se les realiza una TC para

descartar traumatismos. No obstante, las guías neurológicas proporcionan un consejo restringido acerca de las recomendaciones de diagnóstico por imagen, lo que puede conducir a un uso desmedido de la TC. Se reveló que de 683 pacientes con epilepsia diagnosticada fueron hospitalizados debido a una crisis, únicamente dos mostraron lesiones traumáticas graves.⁸

Asimismo, se notó una gran variabilidad en la práctica a la hora de solicitar TC de cráneo en caso de no tener impacto craneal o factores de riesgo. La ausencia de directrices precisas sobre la realización de imágenes para traumatismos puede conducir a la exclusión diagnóstica incluso en pacientes con menor riesgo de lesión cerebral traumática. Se recomienda un método que considere el Clinical Decision Rule for Head CT (CDRH), la existencia de anticoagulación y la condición postictal para detectar a los pacientes que no necesitan una TC craneal.⁸

En un Hospital Universitario Docente de Nigeria, se analizó la prevalencia de daños simultáneos en la cabeza y cervicales, en pacientes que sufrieron traumatismo craneoencefálico. Se estudió a 143 pacientes, predominantemente hombres, con una edad media de 28.8 años. Arroja que los accidentes viales fueron la causa más habitual de heridas. El 11.2% presentó prevalencia de lesiones en cervicales, siendo más frecuentes en situaciones de traumatismo craneoencefálico leve.⁹

Observándose una prevalencia considerable de lesiones simultáneas en la columna cervical y la cabeza en pacientes con traumatismo craneoencefálico, sin importar la severidad de la lesión craneal.⁹

Lee *et al* recolectaron datos de 650 pacientes con el objetivo de examinar los rasgos y elementos predictivos de evolución del TCE. El 22.2% de los pacientes comentan que se demostró un avance en la hemorragia intracraneal (HIC). Se descubrió que la edad media en los pacientes con progresión de la HIC era notablemente inferior en comparación con los que no presentaron progresión. La existencia de hemorragia petequiral (HP) mostró una variación significativa con un incremento en la tasa de progresión de la HIC, mientras que la existencia de hemorragia subaracnoidea (HSA) parecía disminuir la probabilidad de progresión.¹⁰

Además, el grupo que progresó, mostró una prevalencia incrementada de fracturas craneales, particularmente en las áreas occipital y parietal. En un estudio de regresión logística multivariante, se reconocieron diversos factores predictivos relevantes de progreso, incluyendo la existencia de HP y la existencia independiente de HSA. Estos descubrimientos subrayan la relevancia de tener en cuenta estos elementos en la gestión y pronóstico de los pacientes con TCE.¹⁰

McKee *et.al.* describe que, en los últimos 17 años, los estudios acerca de la encefalopatía traumática crónica (ETC) han experimentado un crecimiento significativo. Desde la publicación de los criterios para el diagnóstico neuropatológico en 2016, se han diagnosticado cientos de deportistas de ETC en autopsias. Se han registrado casos de ETC en diversos deportes de contacto, tales como el boxeo, la lucha libre, el fútbol americano, el rugby y el hockey sobre hielo. La enfermedad de la ETC se distingue por la acumulación de tau fosforilada (p-tau) en las cercanías de los vasos sanguíneos y surcos corticales.¹¹

En otro estudio se examinaron pacientes con TCE de nivel moderado a severo, y se reconocieron tres conglomerados principales de rasgos tomográficos en la tomografía de cráneo: contusión, hemorragia subaracnoidea y/o hematoma subdural; hemorragia intraventricular y/o petequial; y hematoma epidural. Se descubrió que la existencia de hemorragia subaracnoidea y/o hematoma subdural se vinculaba con una recuperación parcial y resultados negativos a un año de la lesión.¹²

Las distintas técnicas neurorradiológicas empleadas para valorar el daño, subrayando las restricciones de los resultados habituales en resonancia magnética (RM), TC y otros exámenes. Resalta la inquietud por las repercusiones a largo plazo de la LCT, que impactan en la calidad de vida, la productividad y la factibilidad financiera de los pacientes. Los síntomas habituales comprenden confusión, cefalea, dificultades de equilibrio, náuseas y cansancio, mientras que también se vinculan los síntomas emocionales y conductuales como la depresión y la ansiedad con la LCT.¹³

La bibliografía menciona que la rehabilitación funcional es complicada y las alternativas de rehabilitación brindan ventajas modestas. Los impactos duraderos en las rutas y el procesamiento visuales pueden influir en actividades diarias como la tarea de conducir y leer.¹³

Si bien este protocolo de investigación está más enfocado en pacientes con TCE leve y moderado, sigue existiendo riesgo significativo de lesión intracraneal, como ya lo mencionan Pandor *et.al.* que establecen en su estudio que los pacientes que sufren un traumatismo craneoencefálico leve, con una calificación de 13 -15 en la escala de coma de Glasgow, poseen un riesgo reducido pero significativo de lesión intracraneal. Para reconocer a los pacientes que requieren una tomografía computarizada y/o ingreso en el hospital, se pueden aplicar normas de decisión clínica o una valoración no estructurada de los rasgos clínicos. La utilización selectiva de la tomografía computarizada contribuye a reducir la exposición a la radiación y los recursos empleados, aunque puede implicar la pérdida de oportunidades de tratamiento precoz.¹⁴

Como ya mencionamos antes la norma de decisión clínica para adultos está comprobada y resulta lucrativa. Sin embargo, las normas para niños necesitan más validación. Algunos campos de estudio de mayor complejidad comprenden la validación de las reglas de decisión para niños, establecer el pronóstico y el beneficio del tratamiento para lesiones no neuroquirúrgicas, y valorar la aplicación de S100B en conjunto con una regla de decisión validada.¹⁴

Jenny *et.al* menciona que frecuentemente los médicos no consiguen identificar traumatismos craneoencefálicos en bebés que han sufrido abuso y niños pequeños que muestran síntomas leves e inespecíficos. Esto puede provocar lesiones más severas en el infante y una progresión de la enfermedad si no se identifica el traumatismo.¹⁵

Los retos en pacientes pediátricos comprenden la complejidad de evaluar a niños con síntomas no específicos, el peligro de no detectar traumatismos craneoencefálicos leves, los peligros de radiación y sedación en los estudios de

neuroimagen, las alternativas de diagnóstico por imagen, las pruebas de laboratorio eficaces, los antecedentes y la exploración física, los factores sociales y familiares vinculados a su pronóstico.¹⁵ Por lo anterior, esta investigación excluye la población pediátrica.

En los estudios de Nguyen et.al. refieren que los pacientes con traumatismo craneoencefálico leve (TCEL) suelen padecer comorbilidades, entre ellas el dolor crónico. A pesar de que diversos estudios se han llevado a cabo para explorar los mecanismos que subyacen al dolor crónico asociado al TCEL, no se ha entendido totalmente el rol de la inflamación en este tipo de dolor a largo plazo. Una investigación en ratones con traumatismos repetitivos craneoencefálicos evidenció alteraciones inflamatorias persistentes en el cerebro y el sistema nervioso periférico, vinculadas con el desarrollo de sensibilización en la percepción del dolor.¹⁶

La tomografía computarizada (TC) es un método de imagen muy empleado en el diagnóstico de traumatismos craneoencefálicos. No obstante, la utilización desmedida de esta modalidad está generando preocupación, como lo comenta *Saran et.al.* en su investigación examinaron ocho estudios significativos y demostraron un índice de sobreutilización de la Tomografía Computarizada en pacientes con traumatismo craneoencefálico leve del 27%.¹⁷

Esta tasa se modificó en función de los criterios empleados, siendo del 37% con la Escala de Coma de Glasgow, del 30% con la Regla Canadiense de Tomografía Computarizada de Cráneo y del 10% con el criterio de la Red de Investigación Aplicada a la Atención de Urgencias Pediátricas. El uso excesivo de la Tomografía Computarizada conlleva a una exposición innecesaria a la radiación y a un incremento en los gastos de atención sanitaria. Así pues, es evidente aconsejar que tanto los médicos como los líderes políticos den prioridad a la creación y uso de directrices para disminuir la exposición innecesaria a la radiación, los gastos y los eventuales perjuicios a los pacientes.¹⁷

Otra investigación realizada en el hospital de Ecuador intentó establecer las distintas formas de traumatismo craneoencefálico (TCE) y sus complicaciones en pacientes

que sufrieron un accidente de motocicleta, ya sea con casco o sin él. Se examinaron los historiales de 197 pacientes que fueron atendidos desde enero de 2018 hasta diciembre de 2020. Arrojando que el 75.63% de los pacientes analizados eran varones, siendo los de 15 a 25 años el grupo de edad más impactado. ¹⁸

Respecto a la severidad de los TCE, se registró que el 39.09% tenían una gravedad leve, el 35.03% moderada y el 25.89% grave. Se descubrió que el 75.63% de los pacientes no portaban casco, y entre estos, el porcentaje de TCE moderados y graves era superior al de aquellos que sí portaban casco. ¹⁸

Aunado a la severidad, se han estudiado tratamientos que disminuyen las complicaciones del TCE. Como la investigación de Roberts *et.al.* donde demuestra que el ácido tranexámico (un fármaco antifibrinolítico) disminuye las defunciones relacionadas con el traumatismo craneoencefálico. En su investigación recabó los datos de 9127 pacientes que recibieron tratamiento en las tres horas posteriores a la lesión, y notó que el grupo de ácido tranexámico presentaba un riesgo de fallecimiento del 18.5%, en contraste con el 19.8% del grupo placebo. No obstante, al eliminar a los pacientes con lesiones más severas, el riesgo de fallecimiento en el grupo de ácido tranexámico disminuyó a 12.5%, frente a 14% del grupo de placebo. ¹⁹

Se descubrió que el ácido tranexámico resultaba más eficaz en los pacientes con traumatismo craneoencefálico leve a moderado, sin embargo, no se observó una disminución significativa de los TCE severos. Los efectos adversos y la posibilidad de discapacidad resultaron ser parecidos en ambos grupos. Se considera que el ácido tranexámico es altamente económico para tratar el traumatismo craneoencefálico de grado leve y moderado. En conclusión, la administración temprana de ácido tranexámico puede disminuir las defunciones debido al traumatismo craneoencefálico. ¹⁹

Otra investigación que también estudió las lesiones y el pronóstico del TCE es la de McCrea *et.al.* donde delimitó la participación a 484 pacientes aptos de un total de 2679 participantes. Los hallazgos indicaron que los pacientes con lesiones

cerebrales traumáticas (LCT) severas y moderadas mostraron resultados positivos a las 2 semanas y a los 12 meses de la lesión. A las dos semanas, el 12.4% de los participantes con LCT severa y el 41% de aquellos con LCT moderada mostraron resultados positivos (mejoría). Adicionalmente, a los 12 meses, el 52.4% de los pacientes con LCT severa y el 75% de los pacientes con LCT moderada obtuvieron resultados positivos.²⁰

Además, se notó que un 19.3% de los participantes con LCT severa y un 32% de los participantes con LCT leve no presentaron ninguna discapacidad a lo largo de los 12 meses. Adicionalmente, se descubrió que el 78% de los participantes en condición vegetativa lograron recuperar la conciencia y el 25% lograron recuperar la orientación a los 12 meses. Esto señala que los pacientes con LCT experimentan notables mejoras funcionales con el paso del tiempo, lo que evidencia que el deterioro severo a corto plazo no siempre se traduce en resultados adversos en estas situaciones.²⁰

Por otra parte, el TCE también tiene repercusiones en el comportamiento que ameritan su estudio por parte de psiquiatría. Como lo menciona Howlett *et.al.* en su investigación, refiere que las lesiones cerebrales traumáticas (LCT) pueden causar una variedad de trastornos psiquiátricos y neuroconductuales. Conforme la tasa de mortalidad ha reducido, se ha enfocado más en las secuelas cognitivas, emocionales y comportamentales de dichas lesiones. Las LCT moderadas y severas pueden provocar alteraciones en la personalidad, mientras que las LCT leves están vinculadas con síntomas emocionales y trastornos psiquiátricos.²¹

3 Antecedentes

En el estudio realizado por Ferorelli y colaboradores, se analizaron 100 solicitudes de tomografías computarizadas, las cuales fueron revisadas por expertos en guías clínicas y medicina basada en evidencia, con el objetivo de determinar si su indicación era adecuada. Los resultados revelaron un uso excesivo en las prescripciones: un 32% de los casos se debió a una mala interpretación de las guías clínicas, mientras que un 6% se relacionó con la práctica de medicina defensiva.²²

El grupo de estudio consistió en 50 hombres y 50 mujeres, con un rango de edad medio de 61.3 años. Las causas primordiales de asistencia al servicio de urgencias fueron traumatismo craneoencefálico (39%) y alteraciones neurológicas (26%). La mayoría de los pacientes recibieron un código de criticidad moderado y cerca de la mitad fueron internados, mientras que el resto fue liberado para recibir tratamiento adicional.²²

Alzuhairy *et.al.* refiere en su metaanálisis de 14 artículos que tanto el sistema de puntuación de la Regla de la Conmoción Craneal en niños (CCHR, por sus siglas en inglés) como el Sistema de Estratificación de la Nueva Regla de la Conmoción Craneal (NOC, por sus siglas en inglés) resultan eficientes en la predicción de descubrimientos anormales en la TC y lesiones cerebrales traumáticas de importancia clínica (ciTBI).²³

El CCHR evidenció una sensibilidad del 89,8%, una especificidad del 38,3% y una relación de probabilidades diagnóstica de 5,5, en cambio, la NOC evidenció una sensibilidad del 97,2%, una especificidad del 12,3% y una relación de probabilidades diagnóstica de 4,8. En pacientes con un traumatismo craneoencefálico leve, el CCHR registró una sensibilidad del 92,5%, una especificidad del 40,1% y una relación de probabilidades diagnóstica de 8,3, en cambio, la NOC evidenció una sensibilidad del 98,3%, una especificidad del 8,5% y una relación de probabilidades diagnóstica de 5,4.²³

En el estudio realizado por Shobeirian y colaboradores, se evaluaron a 170 pacientes con una edad promedio de 38.38 ± 19.73 años. La causa más frecuente de traumatismo fue la caída, representando el 37.6% de los casos. Se identificó una sobreutilización general del 15.3% en el uso de tomografías computarizadas cerebrales. Esta sobreutilización fue más común en pacientes jóvenes, mostrando una relación inversa entre la edad y el uso excesivo del estudio. No se encontraron diferencias significativas en relación con el tipo de traumatismo ni con la especialidad médica del profesional que solicitó la tomografía.²⁴

En su análisis subrayan el uso excesivo de la Tomografía Computarizada cerebral, lo que implica una exposición innecesaria a radiación y una carga financiera para los sistemas de salud. También destacan que la utilización de una pauta o protocolo para pedir Tomografía Computarizada cerebral puede suprimir exploraciones superfluas y facilitar la identificación del paciente.²⁴

La investigación de Moradi *et.al* menciona que gran parte de los pacientes con TCE que fueron sometidos a TC no mostraban evidencias vinculadas a su padecimiento. De las 523 investigaciones examinadas, el 88% exhibió resultados normales, mientras que únicamente el 9% reveló descubrimientos vinculados al traumatismo. La dosis media de radiación que se recibió fue de 1.05 ± 0.36 mSv. No obstante, se descubrió que la probabilidad de desarrollar cáncer cerebral inducido por radiación era de 0.037 y 0.030 nuevos casos de cáncer en 10000 individuos, respectivamente.²⁵

Estos descubrimientos evidencian la importancia de restringir el uso innecesario de la TC y mantener la radiación en niveles reducidos para prevenir un incremento en los índices de cáncer. La inquietud respecto al efecto de la radiación en la salud.²⁵

La Regla Canadiense de Tomografía Computarizada de Cráneo (CCHR) fue empleada para determinar la necesidad de efectuar una TC en situaciones de traumatismos craneoencefálicos leves. Su acatamiento buscaba fomentar el uso correcto de la Tomografía Computarizada, disminuyendo los gastos de cuidado médico y previniendo la exposición a radiación no necesaria. Este análisis evaluó la

utilización desmedida de la Tomografía Computarizada en adultos con traumatismos craneoencefálicos leves en el Reino de Bahrén. Se llevaron a cabo 486 tomografías computarizadas, siendo la pérdida de conciencia el síntoma más habitual en la presentación. ²⁶

Solo el 12.1% de las Tomografías Computarizadas revelaron resultados positivos. La utilización excesiva de la Tomografía Computarizada fue más habitual en pacientes de 21 a 30 años y en aquellos que habían perdido la conciencia. Solo el 77.4% de los casos satisfacían los criterios del CCHR, en cambio, el 22.6% fue catalogado como sobreutilización. Es necesario realizar más estudios para entender las causas de estos descubrimientos e implementar acciones para disminuir la sobreutilización en el futuro. ²⁶

En la investigación Lupascu *et.al* se examinó la relación entre las lesiones en el cerebro y las fracturas faciales en dos grupos de pacientes. Se descubrió que, entre los individuos con fracturas faciales, el 79% eran varones y el 21% eran mujeres, con una edad media de 45 años. Por otro lado, en el conjunto que no presentaba fracturas faciales, el 70% correspondía a hombres y el 30% a mujeres, con una edad media de 46. Se detectó una correlación relevante entre las lesiones en el cerebro y las fracturas en el rostro. ²⁷

La fractura facial más habitual se produjo en el hueso cigomático, mientras que el hematoma subdural fue el daño cerebral más común relacionado con las fracturas faciales. En el grupo que no presentó fracturas faciales, el hematoma intraparenquimatoso fue la lesión cerebral más habitual. Los dos grupos mostraron similitudes en términos de sexo, edad y causa del suceso traumático, sin embargo, subrayaron la relación con lesiones cerebrales, ingreso en la unidad de cuidados intensivos y condición clínica. ²⁷

Puccio *et.al* en su investigación estudió a 1.714 individuos con TCE y HIC basándose en un historial de traumatismos. Tras la eliminación de varios pacientes debido a la ausencia de datos u otras condiciones, se realizaron análisis de 1.389 pacientes en total. De estos pacientes, 193 (13.9%) se categorizaron como BIG1.

Ninguno de los pacientes categorizados como BIG1 sufrió de fallecimiento o de una intervención quirúrgica neurológica. ²⁸

Por otro lado, en cuanto a hallazgos incidentales, en un estudio realizado por Alinezhad y colaboradores analizaron la frecuencia y características de los hallazgos incidentales (FI) detectados en tomografías computarizadas (TC) cerebrales de pacientes que habían sufrido un TCE. La muestra incluyó a 1006 pacientes, de los cuales 107 presentaron un total de 126 FI en las imágenes obtenidas. La prevalencia de estos hallazgos fue del 10,6%. La atrofia cerebral fue el hallazgo incidental más frecuente. Además, se observó que los pacientes con FI eran, en promedio, de mayor edad que aquellos sin hallazgos, aunque no se encontraron diferencias significativas entre géneros. ²⁹

Se determinó que el índice de identificación de FI en la Tomografía Computarizada cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico era significativo. Se sugirió un mejor registro y seguimiento de los pacientes con resultados clínicamente relevantes para valorar los resultados a largo plazo y la confiabilidad de las imágenes. En el 5.6% de los pacientes, existían hallazgos médicos severos que necesitaban atención inmediata. ²⁹

4. Planteamiento del Problema

En los últimos 17 años, los casos de TCE han experimentado un crecimiento significativo a nivel mundial.

La decisión de realizar una TC de cráneo en estos pacientes es crucial, ya que implica un balance entre la necesidad de detectar lesiones intracraneales clínicamente significativas y el imperativo de evitar la sobreexposición a radiación ionizante, optimizar el uso de recursos y reducir costos. Para guiar esta decisión, se han desarrollado herramientas como la Regla Canadiense de Tomografía Computarizada de Cráneo (CCHR). A pesar de la amplia validación internacional de las CCHR, su rendimiento y la asociación entre su clasificación de riesgo y los hallazgos tomográficos pueden variar entre distintas poblaciones y entornos clínicos debido a diferencias en perfiles epidemiológicos, mecanismos de trauma, y prácticas médicas locales. En el contexto específico del Hospital General de Mexicali (HGM), actualmente se carece de evidencia local que evalúe esta asociación. Esta ausencia de datos genera incertidumbre sobre la aplicabilidad óptima de las CCHR en la población atendida, pudiendo llevar a una potencial sobre o subutilización de la TC de cráneo.

Magnitud: El HG, atiende un volumen considerable de pacientes con TCE provenientes de toda la región. Diariamente, el personal de urgencias e imagenología se enfrenta al dilema de decidir qué pacientes con TCE leve a moderado requieren una TC de cráneo. Dada la alta incidencia de TCE en México, influenciada por factores demográficos y de riesgo cardiovascular y metabólico en la población, la optimización de este proceso diagnóstico es de gran magnitud para la operatividad del hospital y la salud pública regional. La falta de un entendimiento claro sobre cómo la clasificación de riesgo de las CCHR se correlaciona con la probabilidad de encontrar lesiones en la TC en los pacientes del HGM representa un vacío importante en la estandarización de la atención.

Trascendencia: El no contar con datos locales sobre la asociación entre las CCHR y los hallazgos de TC en el HGM es multifactorial. Implica el riesgo de una práctica clínica no informada por evidencia contextualizada, lo que podría resultar en: 1) la

realización de tomografías innecesarias, exponiendo a los pacientes a radiación y aumentando los costos para el sistema de salud y para el propio paciente; o 2) la omisión de tomografías en pacientes que sí presentan lesiones relevantes, con el consecuente riesgo de retraso diagnóstico y terapéutico, y potenciales secuelas neurológicas. Estudiar esta asociación es trascendental para mejorar la calidad de la atención, la seguridad del paciente y la eficiencia en la asignación de recursos diagnósticos en el hospital.

Vulnerabilidad: Los pacientes con TCE leve a moderado atendidos en el HGM son vulnerables a las consecuencias de decisiones diagnósticas no óptimas. La exposición innecesaria a radiación, especialmente en pacientes jóvenes, incrementa el riesgo a largo plazo de neoplasias. Por otro lado, una lesión intracraneal no detectada a tiempo en un paciente clasificado erróneamente como de bajo riesgo puede llevar a un deterioro clínico y a secuelas permanentes, afectando drásticamente su calidad de vida y la de su entorno familiar. Las comorbilidades preexistentes en la población, como diabetes, hipertensión o alcoholismo, pueden además incrementar la vulnerabilidad a complicaciones tras un TCE, haciendo aún más crítica la precisión diagnóstica.

Factibilidad: El HGM cuenta con la población necesaria para llevar a cabo esta investigación, así como con personal capacitado para atender a los pacientes y brindarles atención clínica e imagenológica, con la finalidad de mejorar las acciones en el diagnóstico y tratamiento oportuno.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Derivado de esta situación, y considerando la ausencia de estudios previos que aborden específicamente en nuestra localidad, se plantea la siguiente:

¿Existe asociación entre la clasificación de riesgo obtenida mediante la aplicación de la Regla Canadiense de Tomografía Computada de cráneo y la presencia de hallazgos patológicos (de traumatismo) en pacientes con Traumatismo craneoencefálico leve a moderado atendidos en el Hospital General de Mexicali?

5. Justificación

El Hospital General Mexicali ofrece servicios a la población mexicalense de todas las regiones y brinda atención en el departamento de Imagenología a un gran número de pacientes con TCE de leve a moderado. Como parte del protocolo de investigación, analizaremos la aplicación de la regla canadiense. Esto facilitará al departamento de Imagenología y al departamento de Urgencias la puesta en marcha de acciones, mejoras o modificaciones significativas en la administración, haciendo su estancia en el hospital menos prolongada y estresante, y a la vez, incrementando los estándares de calidad del servicio y de la institución en su conjunto.

Esto genera una posibilidad de conseguir de manera justa la calidad de atención proporcionada a través del estudio de esta herramienta. Esto podría ayudar al servicio en la implementación de acciones, perfeccionar o efectuar las modificaciones necesarias en la gestión del uso de la sala de Tomografía, ahorrar recursos y hacer que la permanencia en el hospital sea menos traumática y estresante, sin descuidar la calidad del servicio y de la institución en general.

Este estudio buscará determinar la asociación de la regla canadiense en pacientes con traumatismo craneoencefálico y los hallazgos patológicos reportados, con la finalidad de asegurar y proporcionar un cuidado ideal, seguro y exacto para el uso correcto de la sala de tomografía, y de esta manera contribuir al diagnóstico adecuado mejorar y recuperación del paciente tomando en cuenta el principio de ALARA (tan bajo como sea razonablemente posible, por sus siglas en inglés) para la seguridad radiológica en la optimización y protección de los estudios de imagen.

6. Hipótesis y Objetivos

6.1 Hipótesis nula

- No existe asociación entre la clasificación de riesgo obtenida mediante la Regla Canadiense de Tomografía de Cráneo y la presencia de hallazgos patológicos en la tomografía computarizada en pacientes que han sufrido Traumatismo craneoencefálico leve - moderado.

6.2 Hipótesis alterna

- Existe asociación entre la clasificación de riesgo obtenida mediante la Regla Canadiense de Tomografía de Cráneo y la presencia de hallazgos patológicos en la tomografía computarizada en pacientes que han sufrido Traumatismo craneoencefálico leve - moderado.

6.3 Objetivos general

- Determinar la asociación entre la clasificación de riesgo según la Regla Canadiense de Tomografía Computarizada de Cráneo y los hallazgos en las tomografías de pacientes adultos con traumatismo craneoencefálico leve a moderado del Hospital General de Mexicali.

6.4 Objetivos específicos.

- Determinar la presencia y tipo de hallazgos tomográficos según la categoría de riesgo (alto o medio) asignada por las Regla canadiense (a través de la información recolectada en el expediente electrónico)
- Evaluar la frecuencia con la que se documenta la aplicación de la Regla Canadiense en los expedientes electrónicos de los pacientes con TCE leve a moderado que se someten a tomografía computarizada.
- Describir la frecuencia y el tipo de hallazgo tomográfico (relacionado con el TCE) en el subgrupo de pacientes a quienes se les realizó tomografía por decisión del médico tratante a pesar de no cumplir con la Regla canadiense.

7. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal. Con el objetivo de evaluar la asociación entre la clasificación de riesgo obtenida con Regla canadiense vs los hallazgos de TC en el HGM en pacientes que sufrieron TCE leve a moderado, en el año 2024. Se analizaron variables como la Regla Canadiense, hallazgos tomográficos, edad, sexo, comorbilidades y la escala de Glasgow. Dicha información recolectó en una herramienta diseñada para ello y trasladó a Excel y SPSS. Para el análisis univariado se utilizaron frecuencias y porcentajes. Para el análisis multivariado se utilizó X², Prueba de razón de verosimilitud y Odds Ratio para evaluar la asociación entre variables categóricas, además se utilizó U de Mann Whitney para conocer si hay dependencia con variables numéricas, todo esto con una significancia estadística $p < 0.05$ y un IC del 95%.

7.1 Diseño de estudio:

Tipo de estudio: Transversal analítico.

Grado de control de la variable: Observacional.

Momento de obtención de datos: Retrospectivo.

Presencia de grupo comparativo: Analítico.

Número de mediciones: Transversal.

7.2 Descripción de la población

Universo de trabajo:

Fueron los expedientes de pacientes que sufrieron TCE leve-moderado y fueron atendidos en el Hospital General de Mexicali durante el periodo del 1 de enero de 2024 al 31 de diciembre de 2024.

Grupo de estudio:

Consistió en pacientes atendidos en el servicio de Imagenología en el Hospital General de Mexicali que cumplieron los criterios de selección en el periodo mencionado.

7.3 Tamaño de muestra

Se realizó una revisión de casos consecutivos que cumplieron con los criterios de selección durante el periodo de estudio. Se obtuvo una muestra final de 518 pacientes con datos completos para las variables de interés. Este tamaño de muestra fue considerablemente mayor al mínimo calculado (87) en la fase de protocolo, lo que proporcionó un alto poder estadístico para el análisis de los resultados.

7.4 Criterios de selección

7.4.1 Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes con Traumatismo Craneoencefálico (leve o moderado)
- Pacientes a quienes se les realizó una TC de cráneo como parte de la evaluación diagnóstica por TCE.
- Pacientes cuyo expediente electrónico contenía la información suficiente para la utilización de la regla canadiense (por el investigador).

7.4.2 Criterios de exclusión

- Pacientes menores de 18 años.
- Pacientes con escala de Glasgow < 9.
- Pacientes con TC realizada por indicaciones diferentes al TCE agudo.
- Pacientes con antecedentes de patologías intracraneales extensas (ej., tumores cerebrales grandes, malformaciones arteriovenosas conocidas con sangrado previo, infartos cerebrales extensos previos) que impidieron una clara interpretación de los hallazgos agudos relacionados con el TCE actual.
- Pacientes que recibieron tratamiento anticoagulante.

7.4.3 Criterios de eliminación

- Expedientes cuyos datos cruciales para la investigación estaban incompletos.

7.5 Variables

Tabla 2. Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicador
Regla canadiense	Es una escala médica que ayuda a decidir si un paciente con un traumatismo craneoencefálico leve/moderado necesita una tomografía computarizada	Esta variable se obtuvo por medio del expediente clínico	Cualitativa Politómica	1. Alto riesgo para intervención de neurocirugía 2. Riesgo medio para lesión cerebral en TAC 3. No aplica (pacientes que se sometieron a TAC por decisión médica sin cumplir regla canadiense)

Tabla 3. Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicador
Hallazgos tomográficos	Presencia de características tomográficas que indiquen traumatismo cráneo encefálico agudo.	Se obtuvo por medio del expediente clínico	Cualitativa Politómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sin lesión 2. Fractura huesos nariz 3. Fractura de cráneo simple 4. Hematoma extraxial 5. Edema cerebral 6. Hemorragia Subaracnoidea 7. Contusión cerebral 8. Fractura de la base del cráneo 9. Trauma de tejidos blandos 10. Fracturas faciales 11. Herniación intracraneal 12. Neumoencéfalo

Tabla 3. Otras variables de interés

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicador
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Se obtuvo por medio del expediente clínico	Cuantitativa Discreta	1.-Años cumplidos
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer.	Se obtuvo por medio del expediente clínico.	Cualitativa Dicotómica	1.Hombre 2.Mujer
Comorbilidades	Coexistencia de dos o más enfermedades en un mismo individuo.	Se obtuvo por medio del expediente clínico	Cualitativa Politómica	1.- Diabetes Mellitus 2.- Hipertensión Arterial 3. Epilepsia 4. Toxicomanía
Escala de Glasgow	Herramienta que evalúa el estado	Se obtuvo por medio del expediente clínico o se infirió	Cualitativa Politómica	1. Leve 2. Moderado 3. Grave

	neurológico de un paciente.	como leve si la nota indicaba “orientado en 3 esferas”		
	Se clasifica según su puntaje: Leve 13 a 15, Moderado 9 a 12, Grave 3 a 8.			
	Pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico por los hallazgos reportados en Tomografía.	Esta se obtuvo por medio del expediente clínico	Cualitativa Dicotómica	1. SI 2. NO

7.6 Análisis estadístico

Se usó Excel para Microsoft 365 para la construcción de la base de datos, la cual, posteriormente fue analizada mediante el programa SPSS statistics en su versión 30 como se describe a continuación:

Análisis univariado

- Variables cualitativas: Se describieron en frecuencias absolutas (n) y relativas (%).
- Variables cuantitativas: Se describieron con medidas de tendencia central y dispersión (media, desviación estándar, moda, rango).

Análisis bivariado

- Para comparar la variable cuantitativa “Edad” entre los dos grupos de resultados (con y sin patología en TC), se evaluó primero la normalidad con la prueba Shapiro-Wilk. Dado que no se cumplió el supuesto (p menor a 0.001), se utilizó la prueba paramétrica U de Mann-Whitney. Para evaluar la asociación entre variables categóricas, se utilizó la Prueba de Chi-cuadrado de Pearson. En los análisis con recuentos esperados bajos, se consideró la Prueba de Razón de Verosimilitud y la Prueba Exacta de Fisher para confirmar los resultados. Para cuantificar la fuerza de asociación, se calculó el Odds Ratio (OR) con su intervalo de confianza del 95%. Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

7.7 Aspectos éticos

El presente estudio fue realizado bajo estricto apego a los estándares de la ética en investigación con seres humanos, así como la normativa jurídica vigente. El marco de referencia ético que guió cada fase del proyecto se fundamentó en los principios consagrados en la Declaración de Helsinki en su más reciente revisión, el Código de Núremberg y el fundamental Informe de Belmont. De manera complementaria se observaron las disposiciones contenidas en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de México, específicamente en su Título segundo, Capítulo I, y se dio pleno cumplimiento a la Ley Federal de Protección de Datos personales en Posesión de los Particulares para garantizar el tratamiento adecuado de la información.

Dada la metodología empleada, de carácter puramente retrospectivo y documental, la cual se basó de forma exclusiva en la revisión y análisis de expedientes clínicos preexistentes sin mediar ningún tipo de intervención o contacto directo con los sujetos, la investigación fue formalmente evaluada y clasificada como de riesgo mínimo. Dicha clasificación se realizó en conformidad con los criterios estipulados en el artículo 17, fracción I, del mencionado Reglamento de la Ley General de Salud.

En virtud de esta clasificación y de la naturaleza no intervencionista del estudio, se procedió a solicitar formalmente una exención del requisito de obtención del consentimiento informado ante el Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Mexicali. La solicitud se fundamentó en tres criterios: la imposibilidad material y logística para establecer contacto con la totalidad de los pacientes cuyos registros fueron incluidos; la ausencia absoluta de cualquier intervención que pudiera alterar su estado de salud o bienestar; y la garantía explícita de que la dignidad, los derechos y la integridad de los individuos no se verían afectados en ninguna instancia. El estudio fue evaluado y aprobado por el Comité Local de Ética e Investigación en Salud 2810-003-002, conforme al procedimiento institucional vigente.

Para asegurar la protección, confidencialidad y privacidad de la información sensible, se utilizó un protocolo de seguridad de datos que incluyó las siguientes medidas:

1. Anonimización de datos: se implementó un proceso para disociar permanentemente la identidad de los pacientes de la información clínica. A cada expediente se le asignó un código alfanumérico único. En ninguna etapa se utilizaron nombres, iniciales o códigos de identificación social.
2. Protocolo de acceso restringido: el acceso a los expedientes clínicos originales estuvo estrictamente limitado al investigador principal quien por leyes generales como servidor público de salud está obligado a salvaguardar la confidencialidad del paciente.
3. Almacenamiento de la información: La base de datos fue anonimizada y resguardada en un entorno digital seguro, encriptado con contraseña y localizado en disco duro de las instalaciones seguras del hospital.
4. Limitación de la finalidad y disseminación de resultados: Se estableció que el uso de los datos estaría circunscrito exclusivamente a los fines académicos y científicos de esta investigación. En ningún caso se divulgan resultados individuales o información que pudiera directa o indirectamente permitir la identificación de los participantes.

8. RESULTADOS

Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal en el Hospital General de Mexicali, con modelo de serie de casos consecutivos en pacientes que sufrieron TCE leve-moderado adscritos y vigentes del Hospital General de Mexicali, Mexicali, Baja California, que recibieron atención en el año 2024 (desde el 1ro de enero al 31 de diciembre de dicho año). Investigación diseñada y estructurada bajo los lineamientos del Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica arrojando los siguientes resultados:

El análisis se realizó sobre una muestra final de 518 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. No se registraron datos perdidos en las variables analizadas, permitiendo un análisis completo del conjunto de datos.

8.1 Características Descriptivas de la Muestra

La población de estudio estuvo compuesta predominantemente por hombres (74.1%, n=384), con una edad promedio de 41.14 años (Desviación Estándar [DE] = 17.81). El rango de edad fue de 18 a 97 años.

En cuanto a la severidad del traumatismo craneoencefálico (TCE), el 94.0% (n=487) de los casos fue clasificado como leve (según la exploración neurológica inicial), mientras que el 6.0% (n=31) fue clasificado como moderado (GCS 9-12). Un hallazgo notable fue que el 74.7% (n=387) de todas las tomografías computarizadas (TC) realizadas mostraron algún tipo de patología traumática aguda.

Respecto a las comorbilidades de interés, la más prevalente fue el antecedente de toxicomanías de uso reciente (13.5%, n=70), seguida por la hipertensión arterial (8.3%, n=43). Las características demográficas y clínicas completas se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Características demográficas y clínicas de los pacientes

	Valor (n)	Porcentaje (%)
Edad (años)		
Media ± DE	41.1 ± 17.8	
Rango	18 - 97	
Sexo		
Hombre	384	74.1
Mujer	134	25.9
Severidad del TCE (GCS)		
Leve	487	94.0
Moderado	31	6.0
Clasificación de Riesgo CCHR		
Alto	122	23.6
Moderado	276	53.3
No aplica	120	23.2
Comorbilidades presentes		
Diabetes Mellitus	30	5.8
Hipertensión Arterial	43	8.3
Epilepsia	5	1.0
Toxicomanía	70	13.5

Fuente: Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del hospital General de Mexicali, B.C., México.

8.2 Frecuencia de aplicación de Guías Clínicas

La documentación de la aplicación de la Regla Canadiense de TC de Cráneo (CCHR) en los expedientes clínicos fue prácticamente inexistente, registrándose solo 1 de 518 casos (0.2%). En contraste, la Escala de Coma de Glasgow fue documentada en el 81.1% (n=420) de los pacientes.

8.3 Asociación entre la Clasificación de Riesgo CCHR y la Patología Traumática General

La prueba de Chi-cuadrado para evaluar la asociación general entre las tres categorías de riesgo CCHR (Alto, Moderado, No aplica) y la presencia de cualquier patología traumática aguda mostró un resultado en el límite de la significancia estadística ($\chi^2(2) = 5.960$, $p = .051$).

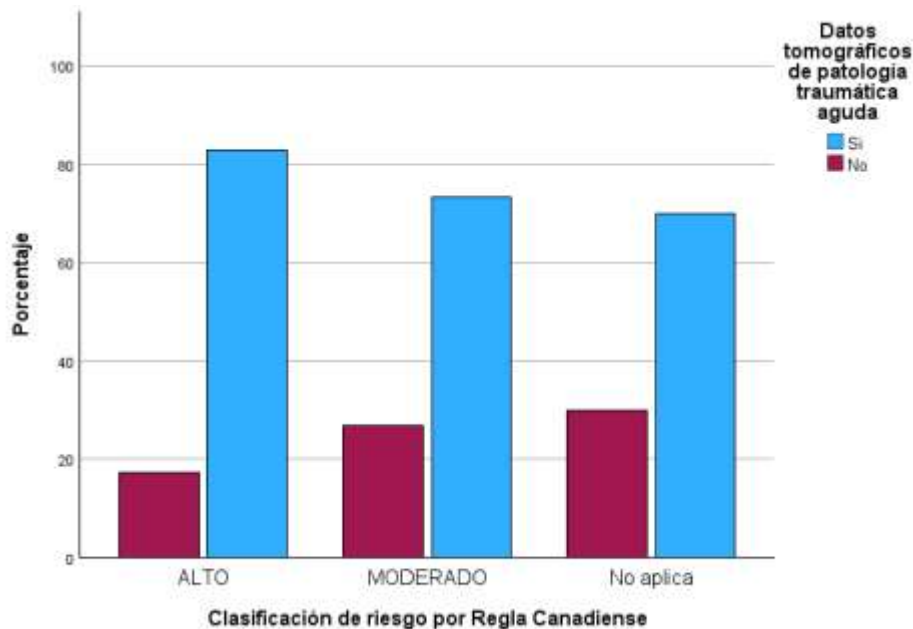
Para detallar esta tendencia, se realizaron comparaciones por pares (interpretadas sin corrección de Bonferroni). Los resultados se muestran en la Tabla 5. Se encontró una asociación estadísticamente significativa al comparar el grupo de Alto Riesgo vs. No aplica ($p = .019$) y al comparar Alto Riesgo vs. Moderado Riesgo ($p = .038$). No se encontró una diferencia significativa entre el grupo de Riesgo Moderado y el grupo No aplica ($p = .515$).

Tabla 5. Comparación de riesgos

Comparación por Pares	Odds Ratio (OR)	IC 95% par OR	Valor p
Alto riesgo vs No aplica	2.06	1.12-3.80	0.019
Alto riesgo vs Moderado Riesgo	1.76	1.03-3.02	0.038
Moderado Riesgo vs No aplica	0.86	0.53-1.37	0.515

Nota: Los Odds Ratios fueron invertidos para facilitar la interpretación del riesgo de tener una TC positiva. Fuente: Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital General de Mexicali, México.

Gráfica 1 Frecuencia de Patología Traumática Aguda en Tomografía según la Clasificación de Riesgo de la Regla Canadiense.



Pie de gráfica 1: Distribución porcentual de pacientes con y sin hallazgos de patología traumática aguda en la tomografía computarizada (TC) de cráneo, estratificados por grupo de riesgo según la Regla Canadiense de TC de Cráneo (CCHR). Se observa una tendencia donde el grupo de "Alto Riesgo" presenta la mayor proporción de tomografías con patología (82.8%), seguido por el grupo de "Riesgo Moderado" (73.2%) y el grupo "No aplica" (70.0%). La asociación general entre las categorías de riesgo y la presencia de patología traumática se encontró en el límite de la significancia estadística ($p = .051$).

8.4 Asociación entre la Clasificación de Riesgo CCHR y Hallazgos Tomográficos Específicos

Se analizó la asociación entre las tres categorías de riesgo CCHR (Alto, Moderado, No aplica) y la presencia de cada tipo de lesión de forma individual. Los resultados demostraron que la CCHR es particularmente efectiva para estratificar el riesgo de lesiones intracraneales.

Se encontró una asociación estadísticamente muy fuerte ($p < .001$) tanto en la prueba de Chi-cuadrado de Pearson como en la de Razón de Verosimilitud para los

siguientes hallazgos: Fractura de cráneo simple, Hematoma extra-axial, Hemorragia subaracnoidea y Contusiones cerebrales, confirmando de manera inequívoca la validez de la asociación para estas lesiones.

Para los hallazgos con recuentos esperados bajos donde SPSS emitió una advertencia, se utilizó la prueba de Razón de Verosimilitud como una medida más fiable. Tanto para la Fractura de la base del cráneo (Razón de Verosimilitud, $p = .004$) como para el Neumoencéfalo (Razón de Verosimilitud, $p = .008$), la asociación se mantuvo estadísticamente significativa, reforzando el hallazgo.

En el caso de la Hernia intracraneal, si bien la prueba de Pearson arrojó un resultado limítrofe ($p = .048$), la prueba de Razón de Verosimilitud ($p = .064$) y la extrema rareza del evento ($n=4$) indican que la asociación no es estadísticamente robusta y no debe considerarse significativa. Por otro lado, no se encontró una asociación estadísticamente significativa para Fractura de nariz ($p = .088$), Trauma de tejidos blandos ($p = .117$), Fracturas faciales ($p = .169$) ni la necesidad de neurocirugía ($p = .197$). La prueba de Razón de Verosimilitud confirmó estos hallazgos no significativos.

En la Tabla 6 se resumen estos hallazgos, incluyendo los resultados de ambas pruebas de significancia.

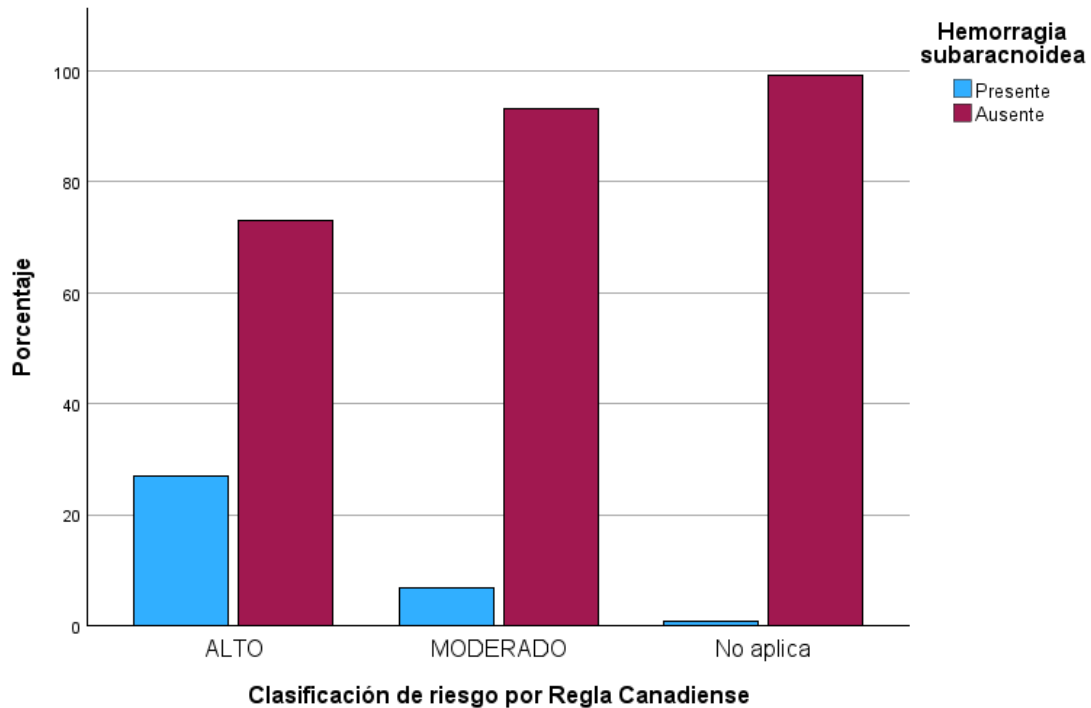
Tabla 6. Asociación entre Clasificación de Riesgo CCHR y Hallazgos Tomográficos Específicos

Hallazgos tomográficos	% en Riesgo Alto	% en Riesgo Moderado	% en “No aplica”	p-valor (chi-cuadrada Pearson)	p-valor (Razón de verosimilitud)
Fractura de cráneo simple	27.9	6.2	2.5	<0.001	<0.001
Hematoma extra-axial	18.0	2.5	0.8	<0.001	<0.001

Hemorragia subaracnoidea	27.0	6.9	0.8	<0.001	<0.001
Contusiones cerebrales	18.0	6.9	0.0	<0.001	<0.001
Neumoencéfalo *	8.2	2.8	0.8	0.006	0.008
Fractura de base de cráneo*	5.7	1.4	0.0	0.004	0.004
Hernia intracraneal *	2.5	0.4	0.0	0.48	0.064
Fractura de nariz	12.3	12.0	20.0	0.088	0.104
Tejidos blandos	73.0	62.3	35.8	0.117	0.110
Fracturas faciales	8.2	35.8	6.7	0.169	0.159
Requirió neurocirugía **	0.8	0.0	0.0	0.197	0.235

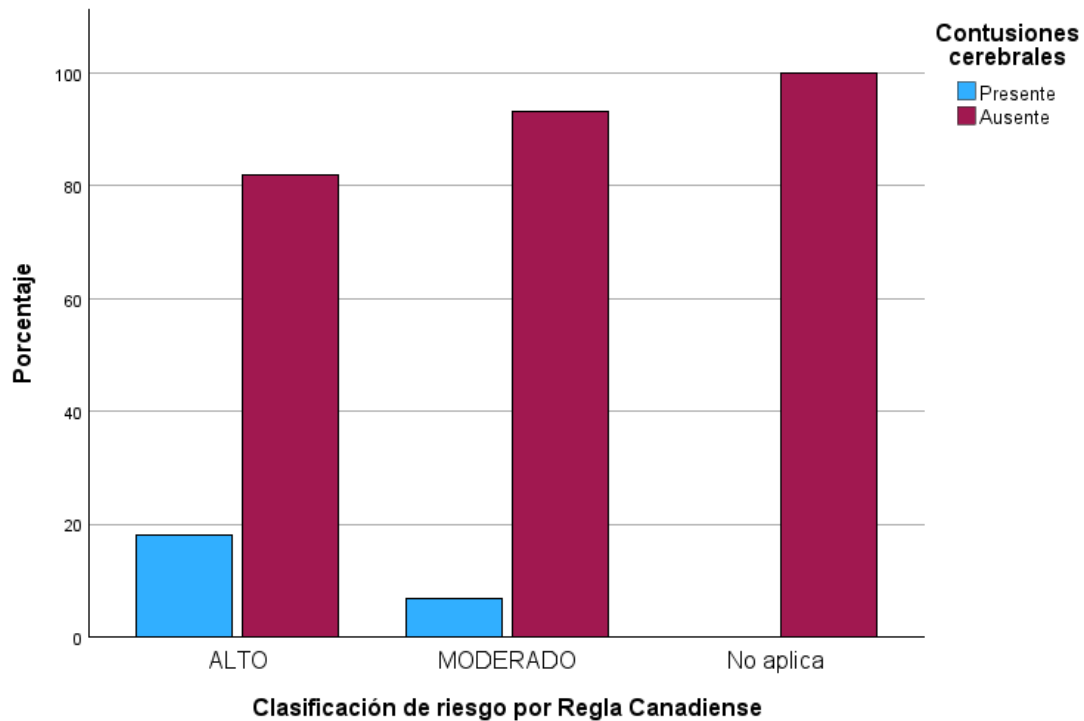
Fuente: Departamento de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica del Hospital General de Mexicali, México.

Gráfica 2 Asociación entre la clasificación de riesgo y la presencia de hemorragia subaracnoidea.



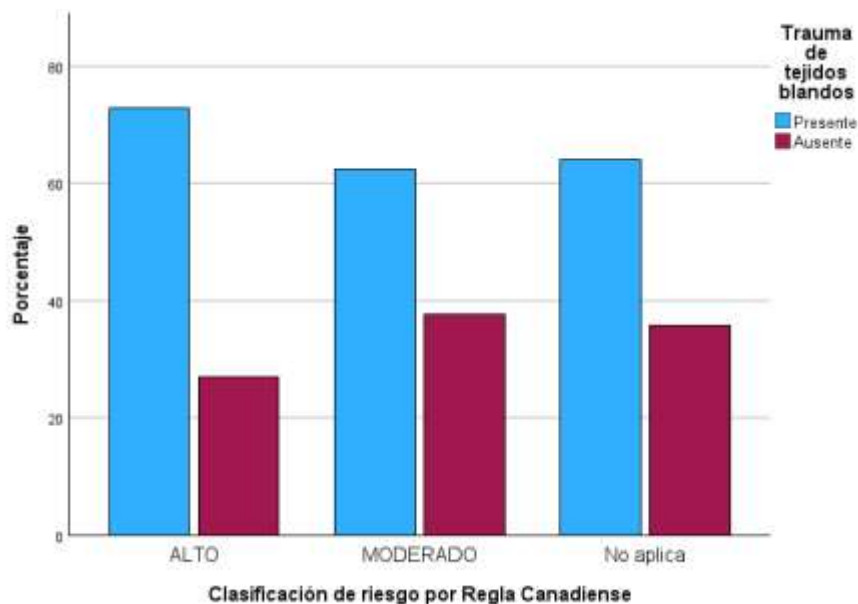
Pie de Gráfica 2. Comparación porcentual de la presencia de hemorragia subaracnoidea en la TC de cráneo entre los grupos de riesgo "Alto", "Moderado" y "No aplica" de la CCHR. El grupo de "Alto Riesgo" muestra una prevalencia marcadamente superior de este hallazgo (27.0%) en comparación con el 6.9% en "Riesgo Moderado" y el 0.8% en "No aplica". Esta diferencia resultó estadísticamente muy significativa ($p < .001$), confirmando la validez de la regla para identificar este tipo de lesión intracraneal

Gráfica 3 Asociación entre la Clasificación de Riesgo Canadiense y la Presencia de Contusiones Cerebrales.

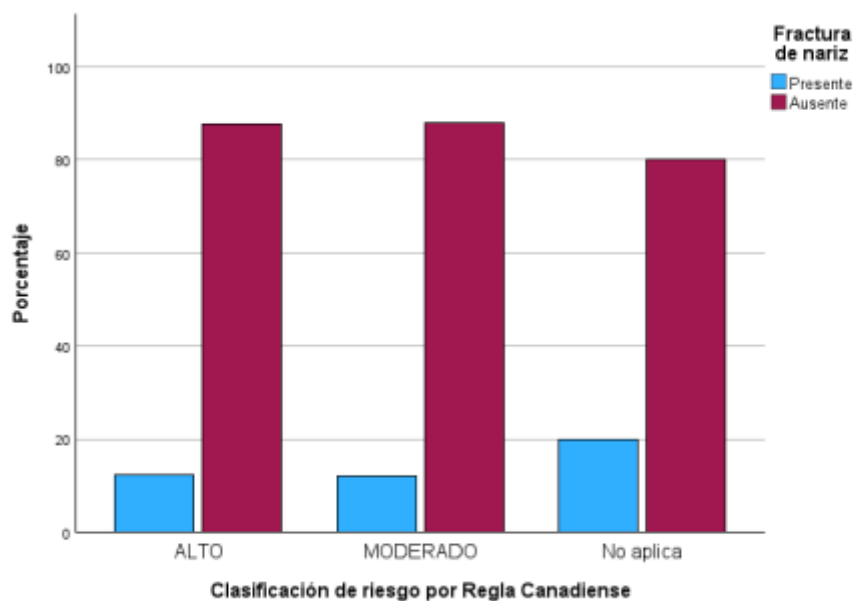


Pie de Gráfica 3. Frecuencia de contusiones cerebrales detectadas por TC de cráneo según la clasificación de riesgo de la CCHR. Se evidencia una clara y fuerte asociación ($p < .001$), donde el 18.0% de los pacientes en "Alto Riesgo" presentaron contusiones, en contraste con el 6.9% en "Riesgo Moderado" y la ausencia total (0.0%) en el grupo "No aplica"

Gráfica 4 y 5. Frecuencia de Trauma en Tejidos Blandos y Frecuencia de fractura de nariz según la Clasificación de Riesgo Canadiense.



Pie de Gráfica 4. Distribución del hallazgo de trauma en tejidos blandos en la TC de cráneo para cada grupo de riesgo de la CCHR. Aunque es un hallazgo frecuente en todos los grupos, no se encontró una asociación estadísticamente significativa ($p = .117$) entre la clasificación de riesgo y la presencia de esta lesión extracraneal. Esto sugiere que la regla se enfoca específicamente en patología intracraneal.



Pie de Gráfica 5. No se observó una asociación estadísticamente significativa ($p = .088$) entre la clasificación de riesgo de la regla y la presencia de fractura nasal. Esto refuerza que la utilidad de la CCHR no radica en la detección de fracturas faciales menores.

8.5 Análisis de la Edad como Factor Asociado

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que la variable Edad no seguía una distribución normal en los grupos de pacientes con y sin patología tomográfica ($p < .001$). Por consiguiente, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para la comparación. El análisis no encontró una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de la edad entre los pacientes con hallazgos patológicos y aquellos sin ellos ($U = 27376.0$, $p = .171$).

9. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la asociación entre la clasificación de riesgo de la Regla Canadiense de TC de Cráneo (CCHR) y los hallazgos tomográficos de trauma agudo en pacientes con TCE leve a moderado en el Hospital General de Mexicali. Los resultados confirman que la CCHR es una herramienta clínicamente relevante en esta población, aunque con matices importantes respecto a sus diferentes niveles de riesgo y su aplicación en la práctica diaria.

9.1 Resumen e Interpretación de los Hallazgos Principales

El hallazgo central de esta investigación es que la CCHR demuestra una asociación estadísticamente significativa con la presencia de lesiones intracraneales graves. Los criterios de "Alto Riesgo" fueron particularmente efectivos, identificando a un subgrupo de pacientes con una probabilidad significativamente mayor de presentar hallazgos patológicos en comparación tanto con el grupo de "Riesgo Moderado" ($OR \approx 1.76$) como con el grupo "No aplica" ($OR \approx 2.06$). Específicamente, la regla mostró una asociación muy fuerte ($p < .001$) con lesiones como fractura de cráneo simple, hematoma extra-axial, hemorragia subaracnoidea y contusiones cerebrales. Esto tiene un gran significado clínico, pues indica que *la regla cumple su propósito principal: identificar a los pacientes que más se benefician de una neuroimagen urgente.*

Por otro lado, la CCHR no mostró una asociación significativa con lesiones más superficiales o que no involucran directamente el neuroeje, como fracturas nasales, fracturas faciales o trauma de tejidos blandos. La decisión de incluir y analizar el trauma de tejidos blandos fue metodológicamente deliberada para evaluar la especificidad de la regla. El hecho de que la clasificación de riesgo CCHR no se asoció significativamente con este hallazgo tan común ($p = .117$) es, en sí mismo, un resultado positivo. Confirma que la regla no se ve afectada por lesiones superficiales y se enfoca correctamente en su propósito principal: identificar el riesgo de patología intracraneal clínicamente relevante.

Un resultado de suma importancia fue la falta de diferencia estadística entre el grupo de "Riesgo Moderado" y el grupo "No aplica" ($p = .515$). Esto sugiere que, en esta población con una tasa basal de patología en TC muy elevada (74.7%), los criterios de riesgo medio no lograron aislar a un grupo con una probabilidad de lesión significativamente mayor que aquellos pacientes que fueron estudiados con tomografía por juicio clínico sin cumplir los criterios de la regla.

Finalmente, el análisis de la edad como variable continua no mostró una diferencia significativa entre los pacientes con y sin patología en la TC. Este hallazgo, aunque a primera vista parezca contradecir el criterio de "Edad ≥ 65 años" de la regla, en realidad subraya la fortaleza de la CCHR como una herramienta multifactorial, cuyo poder predictivo no depende de un solo factor, sino de la combinación de ellos.

9.2 Comparación con la Literatura Existente

Los resultados de este estudio son consistentes con la literatura internacional que valida la CCHR. Los estudios originales de Stiell et al. (2001, 2005) demostraron la alta sensibilidad de la regla para detectar lesiones clínicamente importantes (LCI) y la necesidad de intervención neuroquirúrgica (INQ). Nuestro hallazgo de una fuerte asociación entre el "Alto Riesgo" y lesiones intracraneales graves apoya estas conclusiones y confirma la utilidad de la CCHR fuera de su contexto de derivación original.

Sin embargo, la alta prevalencia de patología en nuestra muestra (74.7%) es un punto de divergencia con las cohortes de los estudios de validación originales, donde la prevalencia de lesiones era considerablemente menor. Esta alta tasa basal podría explicar por qué la distinción entre el "Riesgo Moderado" y el "No aplica" fue menos clara; en un entorno donde la probabilidad pre-test de tener una lesión es tan alta, los criterios de menor riesgo pierden poder discriminatorio.

También debemos de tomar en cuenta que para esta investigación una "tomografía con datos de patología aguda" incluía elementos como trauma de tejidos blandos, el cual no es contemplado en otras investigaciones. En gran parte, la alta tasa de hallazgos positivos se puede explicar, por la decisión de registrar el espectro completo de lesiones, incluyendo el trauma de tejidos blandos, que fue el hallazgo más frecuente en nuestra cohorte (65.3%). Esta diferencia metodológica es crucial al comparar nuestros resultados con los de otros estudios, que a menudo se centran exclusivamente en lesiones intracraneales. **Al incluir el trauma de tejidos blandos, nuestro estudio ofrece un panorama más fiel de la práctica radiológica diaria en nuestro hospital, donde una gran proporción de las tomografías consideradas 'positivas' corresponden a estas lesiones extracraneales de menor gravedad.**

Adicionalmente, el hallazgo de que la aplicación de la CCHR fue documentada en solo el 0.2% de los casos se alinea con estudios como los de Ferorelli et al. y Shobeirian et al., que reportan una adherencia subóptima a las guías clínicas y una sobreutilización de la TC. Esto sugiere que, a pesar de la existencia de herramientas validadas, su implementación en la práctica clínica diaria sigue siendo un desafío.

9.3 Fortalezas del Estudio

La principal fortaleza de este estudio es su tamaño de muestra (N=518), que para un trabajo retrospectivo de un solo centro es considerable y proporcionó el poder estadístico necesario para realizar análisis detallados y por subgrupos. Otra fortaleza es la ausencia de datos perdidos en la cohorte final, lo que elimina el sesgo de selección que podría derivarse de casos incompletos y aumenta la validez interna de los resultados. Finalmente, el análisis no se limitó a un desenlace dicotómico general, sino que exploró la asociación con múltiples hallazgos tomográficos específicos, ofreciendo una visión más granular de la utilidad de la regla.

9.4 Limitaciones del Estudio

Es importante reconocer las limitaciones de este trabajo. Primero, su diseño retrospectivo depende enteramente de la calidad y de la información registrada en los expedientes clínicos, lo que puede introducir un sesgo de información. Segundo, al ser un estudio de centro único, los resultados podrían no ser generalizables a otras instituciones con diferentes perfiles de pacientes o protocolos de manejo. Tercero, la aplicación de la CCHR fue realizada por el investigador basándose en los datos del expediente, y no por el médico tratante en tiempo real, lo que podría diferir de la aplicación clínica práctica. Finalmente, en el análisis de las comparaciones por pares y de los hallazgos específicos, se optó por no aplicar una corrección por múltiples comparaciones (como la de Bonferroni) para explorar todas las tendencias potenciales; sin embargo, esto aumenta el riesgo de cometer un error de Tipo I (encontrar una asociación significativa por azar).

9.5 Implicaciones Clínicas y Recomendaciones

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones directas para la práctica clínica en el Hospital General de Mexicali:

Promover el Uso de la CCHR: Dada la efectividad demostrada de la regla (especialmente en su categoría de Alto Riesgo) y su escasa documentación actual, se recomienda implementar y estandarizar el uso y registro de la CCHR en el servicio de urgencias. Esto podría optimizar la selección de pacientes para TC, reducir la exposición innecesaria a radiación y disminuir costos.

Enfocarse en el "Alto Riesgo": Se debe enfatizar al personal clínico que los pacientes que cumplen con cualquiera de los criterios de "Alto Riesgo" de la CCHR tienen una probabilidad muy elevada de presentar una lesión intracraneal grave y deben ser priorizados para una TC de cráneo sin demora.

Cautela con el "Riesgo Moderado": Se debe reconocer que, en nuestra población estudiada, los criterios de "Riesgo Moderado" no diferenciaron claramente a los pacientes del grupo "No aplica". Esto no significa que deban ser ignorados, pero sí refuerza la idea de que, en este grupo intermedio, el juicio clínico sigue siendo de vital importancia. Por eso es crucial la implementación protocolaria de la Regla Canadiense y dado que en esta investigación se usó de manera retrospectiva debemos ser cuidadosos con los resultados obtenidos en este grupo.

10. CONCLUSIONES

Basado en el análisis de 518 pacientes con traumatismo craneoencefálico leve a moderado en el Hospital General de Mexicali, se llega a las siguientes conclusiones:

Existe una asociación estadísticamente significativa entre la clasificación de riesgo de la Regla Canadiense de TC de Cráneo (CCHR) y la presencia de hallazgos patológicos de trauma agudo en la tomografía computarizada.

La CCHR, y en particular sus criterios de "Alto Riesgo", es una herramienta efectiva para identificar a pacientes con una probabilidad significativamente mayor de presentar lesiones intracraneales graves, incluyendo fracturas de cráneo, hematomas extra-axiales, hemorragias subaracnoideas y contusiones cerebrales.

Los criterios de "Riesgo Moderado" de la CCHR, en esta población de estudio con una alta tasa basal de patología, no demostraron una capacidad significativa para diferenciar a los pacientes de aquellos que recibieron una tomografía por juicio clínico sin cumplir formalmente los criterios de la regla.

La utilidad de la CCHR se centra en la predicción de lesiones intracraneales, ya que no se encontró una asociación significativa con hallazgos como fracturas faciales, fracturas nasales o trauma de tejidos blandos.

Se concluye que la documentación sobre el uso de la CCHR en la práctica clínica diaria del hospital es prácticamente nula, lo que representa una importante área de oportunidad para la estandarización de la atención y la optimización del uso de recursos diagnósticos.

11. Bibliografía

1. CENETEC. (2013). *Guía de Práctica Clínica. Detección y manejo inicial de la lesión craneal traumática aguda en el Primer nivel de Atención*. CENETEC. <https://cenetec-difusion.com/CMGPC/SS-016-08/RR.pdf>
2. Coffeng, S. M., Foks, K. A., van den Brand, C. L., Jellema, K., Dippel, D. W. J., Jacobs, B., et al. (2023). Evaluation of clinical characteristics and CT decision rules in elderly patients with minor head injury: A prospective multicenter cohort study. *Journal of Clinical Medicine*, 12(3), 982. <https://doi.org/10.3390/jcm12030982>
3. Kharel, P., Zadro, J. R., Chen, Z., Himbury, M. A., Traeger, A. C., Linklater, J., et al. (2023). Awareness and use of five imaging decision rules for musculoskeletal injuries: a systematic review. *International Journal of Emergency Medicine*, 16(1), 85. <https://doi.org/10.1186/s12245-023-00555-4>
4. Below, C., Brianti, I. C., Parreira, J. G., Lucarelli-Antunes, P. D. E. S., Saade, N., Golin, M., et al. (2022). Clinical assessment of head injuries in motorcyclists involved in traffic accidents: A prospective, observational study. *Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes*, 49, e20223340. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20223340-en>
5. Stiell, I. G., Wells, G. A., Vandemheen, K., Clement, C., Lesiuk, H., Laupacis, A., et al. (2001). The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *The Lancet*, 357(9266), 1391–1396. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(00\)04561-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(00)04561-x).
6. Stiell, I. G., Clement, C. M., Rowe, B. H., Schull, M. J., Brison, R., Cass, D., et al. (2005). Comparison of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria in patients with minor head injury. *JAMA*, 294(12), 1511–1518. <https://doi.org/10.1001/jama.294.12.1511>

7. Alqurashi, N., Bell, S., Carley, S. D., Lecky, F., & Body, R. (2024). Head Injury Evaluation and Ambulance Diagnosis (HOME) Study protocol: a feasibility study assessing the implementation of the Canadian CT Head Rule in the prehospital setting. *BMJ Open*, 14(6), e077191. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-077191>
8. Szabo, K., Obertacke, U., Sandikci, V., Ghanayem, S., Alonso, A., Rink, J. S., et al. (2025). Mind the guideline gap: emergent CT in patients with epilepsy for trauma rule-out-A retrospective cohort study. *Neurological Research and Practice*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s42466-025-00370-7>
9. Muhammad, I. H., Saleh, M. K., Adamu, M. Y., & Ismail, A. (2024). Tomografía computarizada para pacientes con traumatismo craneoencefálico: ¿Se justifica la adaptación de la exploración craneocervical rutinaria independientemente de la gravedad clínica? *Journal of the West African College of Surgeons*, 14(4), 359–363. https://doi.org/10.4103/jwas.jwas_81_23
10. Lee, H. S., Kim, J. H., Son, J., Park, H., & Choi, J. (2024). Modelos de aprendizaje automático para predecir la progresión temprana de la hemorragia en traumatismos craneoencefálicos. *Scientific Reports*, 14(1), 11690. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61739-3>
11. McKee, A. C., Stein, T. D., Huber, B. R., Crary, J. F., Bieniek, K., Dickson, D., et al. (2023). Chronic traumatic encephalopathy (CTE): criteria for neuropathological diagnosis and relationship to repetitive head impacts. *Acta Neuropathologica*, 145(4), 371–394. <https://doi.org/10.1007/s00401-023-02540-w>
12. Yuh, E. L., Jain, S., Sun, X., Pisica, D., Harris, M. H., Taylor, S. R., et al. (2021). Características patológicas de la tomografía computarizada asociadas con resultados adversos tras un traumatismo craneoencefálico

- leve: Un estudio TRACK-TBI con validación externa en CENTER-TBI. *JAMA Neurology*, 78(9), 1137–1148. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.2120>
13. Rauchman, S. H., Albert, J., Pinkhasov, A., & Reiss, A. B. (2022). Traumatismo craneoencefálico leve a moderado: Una revisión centrada en el sistema visual. *Neurology International*, 14(2), 453–470. <https://doi.org/10.3390/neurolint14020038>
14. Pandor, A., Goodacre, S., Harnan, S., Holmes, M., Pickering, A., Fitzgerald, P., et al. (2011). Diagnostic management strategies for adults and children with minor head injury: a systematic review and an economic evaluation. *Health Technology Assessment*, 15(27), 1–202. <https://doi.org/10.3310/hta15270>
15. Jenny, C. (2022). Mild abusive head injury: diagnosis and pitfalls. *Childs Nervous System*, 38(12), 2301–2310. <https://doi.org/10.1007/s00381-022-05780-5>
16. Nguyen, T., Nguyen, N., Cochran, A. G., Smith, J. A., Al-Juboori, M., Brumett, A., et al. (2023). Repeated closed-head mild traumatic brain injury-induced inflammation is associated with nociceptive sensitization. *Journal of Neuroinflammation*, 20(1), 196. <https://doi.org/10.1186/s12974-023-02871-1>
17. Saran, M., Arab-Zozani, M., Behzadifar, M., Gholami, M., Azari, S., Bragazzi, N. L., et al. (2024). Overuse of computed tomography for mild head injury: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 19(1), e0293558. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293558>
18. Borja Santillán, M. A., Plúas Cobo, K. J., Vintimilla Herrera, B. P., & Rodríguez Orellana, G. G. (2021). Traumatismo craneoencefalico y complicaciones en accidentes motociclisticos con y sin casco Hospital León Becerra Milagro 2018-2020. *RECIMUNDO*, 5(Spec No 1), 17–30. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(esp.1\).nov.2021.17-30](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(esp.1).nov.2021.17-30)


19. Roberts, I., Shakur-Still, H., Aeron-Thomas, A., Beaumont, D., Belli, A., Brenner, A., et al. (2021). Tranexamic acid to reduce head injury death in people with traumatic brain injury: the CRASH-3 international RCT. *Health Technology Assessment*, 25(26), 1–76. <https://doi.org/10.3310/hta25260>
20. McCrea, M. A., Giacino, J. T., Barber, J., Temkin, N. R., Nelson, L. D., Levin, H. S., et al. (2021). Functional outcomes over the first year after moderate to severe traumatic brain injury in the prospective, longitudinal TRACK-TBI study. *JAMA Neurology*, 78(8), 982–992. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.2043>
21. Howlett, J. R., Nelson, L. D., & Stein, M. B. (2022). Mental health consequences of traumatic brain injury. *Biological Psychiatry*, 91(5), 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.09.024>
22. Ferorelli, D., Donno, F., De Giorgio, G., Mele, F., Favia, M., Riefoli, F., et al. (2020). Head CT scan in emergency room: Is it still abused? quantification and causes analysis of overprescription in an Italian Emergency Department. *Radiologia Medica*, 125(6), 595–599. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01143-9>
23. Alzuhairy, A. K. A. (2020). Accuracy of Canadian CT Head Rule and New Orleans Criteria for Minor Head Trauma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 34, 142. <https://doi.org/10.34171/mjiri.34.142>
24. Shobeirian, F., Ghomi, Z., Soleimani, R., & Mirshahi, R., Sanei Taheri, M. (2021). Overuse of brain CT scan for evaluating mild head trauma in adults. *Emergency Radiology*, 28(2), 251–257. <https://doi.org/10.1007/s10140-020-01846-6>
25. Moradi, H., Chehre, H., Ghaderi, B., Saghatchi, F., Najafi, M., Karami, P., et al. (2023). Evaluating the necessity and radiation risk of brain CT scans requested by the trauma emergency department. *Journal of Biomedical*

Physics & Engineering, 13(6), 515–522.
<https://doi.org/10.31661/jbpe.v0i0.2012-1251>

26. Al Omran, B., Patil, J. D., Anala, A., Menezes, P., Ahmed, N., Cheffi, I., et al. (2023). Prevalence of computed tomography overuse for mild head injury in adults. *Cureus*, 15(2), e35551. <https://doi.org/10.7759/cureus.35551>
27. Lupascu, I. T., Hostiuc, S., Minoiu, C. A., Hostiuc, M., & Popa, B. V. (2024). Comparison of traumatic brain injury in adult patients with and without facial fractures. *Tomography*, 10(10), 1534–1546. <https://doi.org/10.3390/tomography10100113>
28. Puccio, E. A., Brown, J. B., Callaway, C. W., Frisch, A. N., Okonkwo, D. O., & Barton, D. J. (2024). External evaluation of Brain Injury Guideline (BIG) low risk criteria for traumatic brain injury. *The American Journal of Emergency Medicine*, 86, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.10.013>
29. Alinezhad, M., Alikhani, F., Bamarinejad, F., Bamarinejad, A., & Hosseinzadeh, F. (2024). Incidental findings in brain CT scans of patients with head trauma. *Frontiers in Emergency Medicine*, 8(2), e15464. <https://doi.org/10.18502/fem.v8i2.15464>

12. Anexos

Anexo A. Acta de aprobación del comité de ética en investigación.

	Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Mexicali	CEI-HGMXL-ISESALUD
Unidad Administrativa: Departamento de Enseñanza e Inv.		Área Responsable: Comité de Enseñanza e Investigación

Mexicali, Baja California, a 5 de junio de 2025

DR. JOSÉ MIGUEL SARIÑANA HIRASHI
INVESTIGADOR PRINCIPAL
P R E S E N T E .-

Por medio de la presente, nos complace informar que el protocolo "**LAS REGLAS CANADIENSES VS HALLAZGOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE CRÁNEO EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO LEVE – MODERADO EN PACIENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI**", presentado ante el Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Mexicali fue

APROBADO

Por lo cual se le asignó el siguiente número de Registro:

02-01-HGMXL/CEI/2025-14

ATENTAMENTE


DRA. MARLENE VANESSA SALCIDO REYNA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



Escala de Glasgow

1. Leve ()
2. Moderado ()

** Aquellos pacientes con TCE que a pesar de tener el expediente clínico completo, no cumplieran con las regla canadiense y sin embargo se les realizó tomografía de cráneo por decisión del médico tratante. **Toxicomanías será positivo para esta investigación cuando se refiera estado de ebriedad o ingesta de drogas reciente (ultimas 24hrs) en nota de ingreso.*

**** La aplicación aplicación de reglas canadienses por el médico tratante se considera positiva cuando se hace mención en expediente electrónico. para esta investigación.*

***** Pacientes que no cuenten con Valoración neurológica con escala de Glasgow pero se refiera en nota de exploración física: orientado en sus 3 esferas, cooperador y reactivo: se considerará Glasgow entre 13-15*