



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

HOSPITAL CIVIL DE CULIACÁN

**COMPARACIÓN ENTRE LA EVALUACION TEMPRANA CON LA ESCALA DE
MARSHALL Y EL SISTEMA ROTTERDAM COMO PREDICTORES DE
DESENLACE EN TRAUMATISMO CRANEOENCEFALICO MODERADO Y
SEVERO.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN: "IMAGENOLOGÍA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA"

Dr. Luis Gerardo Ricardez Cazares

Directores de tesis:

Dra. Martha Adriana González Fernández

Dr. Edgar Dehesa López

Dr. Felipe Peraza Garay

Hospital Civil de Culiacán

Unidad de Imagenología UNIMA

Culiacán, Sinaloa 4 de febrero de 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

HOSPITAL CIVIL DE CULIACÁN

**COMPARACIÓN ENTRE LA EVALUACION TEMPRANA CON LA ESCALA DE
MARSHALL Y EL SISTEMA ROTTERDAM COMO PREDICTORES DE
DESENLACE EN TRAUMATISMO CRANEOENCEFALICO MODERADO Y
SEVERO.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN: "IMAGENOLOGÍA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA"

Dr. Luis Gerardo Ricardez Cazares

Directores de tesis:

Dra. Martha Adriana González Fernández

Dr. Edgar Dehesa López

Dr. Felipe Peraza Garay

Hospital Civil de Culiacán

Unidad de Imagenología UNIMA

Culiacán, Sinaloa 4 de febrero de 2020

FIRMAS

Vo. Bo. DR. CARLOS FERNANDO CORONA SAPIEN

**DIRECTOR DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN CIENCIAS DE
LA SALUD**

Vo. Bo. DR. EDGAR DEHESA LÓPEZ

SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Vo. Bo. DRA. ERIKA MARIA CELIS AGUILAR

SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA

DIRECTORES DE TESIS

Vo. Bo. DRA. MARTHA ADRIANA GONZÁLEZ FERNÁNDEZ

MEDICO RADIÓLOGO

HOSPITAL CIVIL DE CULIACÁN

Vo. Bo. DR. EDGAR DEHESA LÓPEZ

MEDICO NEFRÓLOGO

HOSPITAL CIVIL DE CULIACÁN

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Vo. Bo. DR. FELIPE PERAZA GARAY

DOCTOR EN ESTADÍSTICA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN CIENCIAS DE LA SALUD

AGRADECIMIENTOS

Infinitamente a mis padres por su apoyo incondicional, y a mi esposa por acompañarme en largas noches de desvelo.

A mi jefe de servicio el Dr. Juan Luis Rochin Terán por su confianza y apoyo.

A la Dra. Martha González, por su cariño, amistad, enseñanza y por el tiempo que invirtió conmigo en este trabajo.

A mis demás profesores y compañeros por el conocimiento compartido.

Y a todos los que me han acompañado en este camino.

Ha sido todo un privilegio haber realizado mi especialidad en el Hospital Civil de Culiacán.

Resumen

COMPARACIÓN ENTRE LA EVALUACION TEMPRANA CON LA ESCALA DE MARSHALL Y EL SISTEMA ROTTERDAM COMO PREDICTORES DE DESENLACE EN TRAUMATISMO CRANEOENCEFALICO MODERADO Y SEVERO.

Introducción

El traumatismo cráneo encefálico (TCE) constituye una patología común en las áreas de urgencias, que representa un gasto anual para el país de 37.8 billones de pesos tanto de manera directa como por manejo de secuelas. Una adecuada evaluación y detección permite una intervención oportuna mejora las probabilidades de supervivencia y disminución de las secuelas

Objetivo

Determinar si la escala de Rotterdam presenta un beneficio significativo como valor predictivo de desenlace (GOS) contra la escala de Marshall para evaluación inicial de TCE.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio transversal, observacional y prospectivo en el área de imagenología del Hospital civil de Culiacán, durante el año 2017 con una muestra de 90 pacientes, para detectar una diferencia en el AUC ROC de 0.13. en pacientes con TCE moderado a grave a los que se les realizó tomografía de cráneo simple que fueron evaluadas con las escalas de Marshall y Rotterdam. Para comparar los niveles de Escala de Glasgow de Desenlace (GOS) con la de Rotterdam se utilizó un ANOVA de una vía y la prueba de Kruskal-Wallis con la de Marshall.

Resultados

Un total de 90 pacientes, 86.7% hombres fueron reclutados para el estudio. La edad promedio fue de 34.3 años. El valor promedio de GCS fue de 9.5 con una tasa de mortalidad de 12.2%.

Ambas escalas mostraron un buen poder discriminativo para predecir desde incapacidad severa hasta mortalidad temprana. Sin diferencia entre Marshall (AUC 0.932 y Rotterdam (AUC 0.956)

Conclusión

Ambas escalas muestran un adecuado poder predictivo para desenlace y pueden ser utilizadas en la practica clínica de manera confiable.

Palabras clave: TCE, Rotterdam, Marshall, GOS, Tomografía

ÍNDICE	PAG.
Titulo	1
Capitulo 1. Marco Teórico	2
Capitulo 2. Planteamiento del problema	19
Capitulo 3. Justificación	20
Capitulo 4. Hipótesis	21
Capitulo 5. Objetivos	22
Capitulo 6. Material y Métodos	23
Capitulo 7. Aspectos éticos.	31
Capitulo 8. Recursos y financiamiento	32
Capitulo 9. Resultados	33
Capitulo 10. Discusión	37
Capitulo 11. Conclusiones	40
Referencias bibliográficas	41
Anexos	45

Título.

Comparación entre la evaluación temprana con la escala de Marshall y el sistema Rotterdam como predictores de desenlace en traumatismo craneoencefálico moderado y severo.

Capítulo 1. Marco Teórico

El traumatismo craneoencefálico es una es una condición neurología común y una de las principales causas de consulta en los servicios de urgencia a nivel global, se clasifica en base a su severidad en leve moderado o severo, para lo cual la escala de coma de Glasgow (GCS) se ha utilizado como base para estratificarlo. Se asocia a una morbimortalidad significativa a largo plazo, y la neuroimagen forma un papel crítico en su manejo, ya que permite identificar distintos niveles de lesión encefálica inducida por el trauma. ⁽¹⁾

A nivel mundial se presentan 1.2 millones de fallecimientos anuales y 20 a 50 millones de traumatismos no letales, lo cual lo convierte en la Primer causa de discapacidad a nivel mundial. En México tiene un índice de mortalidad de 38.8 fallecimientos por cada 100 mil habitantes, convirtiéndose en la tercera causa de muerte, presentando su mayor incidencia en hombres entre los 15 y 45 años. La causa más frecuente son los accidentes de tránsito, en 2008 sumaron un total de 24,129 fallecimientos. De los sobrevivientes una tercera parte presentará secuelas importantes, Y solamente el 40 % de los lesionados se reincorporará a su vida laboral. ⁽²⁾

Para la evaluación inicial en los servicios urgencia se utiliza la escala de Glasgow (Tabla 1), la investigación que produjo dicha escala se llevo a cabo en la unidad de neurocirugía del Instituto de Ciencias Neurológicas en Glasgow, Inglaterra. Con la finalidad de establecer un lenguaje común y buena comunicación clínica entre hospitales locales y unidades de alta especialidad, otra finalidad fue establecer una escala de valoración inicial, que se pudiera correlacionar con el desenlace del paciente.⁽³⁾ Introducida por Teasdale y Jennett en 1974, la cual incorpora tres componentes relacionados a la respuesta: Motora, Ocular y verbal, otorgando un máximo de seis, cinco y cuatro puntos y un mínimo de uno para cada categoría respectivamente. Actualmente se considera como el estándar de oro para la evaluación clínica inicial del traumatismo craneoencefálico, ya que es una escala, sencilla, objetiva y altamente aceptada. Clasificando al TCE en Leve con una puntuación de catorce a quince, Moderado de nueve a trece y severo de tres a ocho.

Sin embargo, presenta algunas limitaciones relacionadas con disparidad en la evaluación motora y la incapacidad para evaluar la respuesta verbal en pacientes que se encuentran intubados. ⁽⁴⁾ Además de permitirnos evaluar el estado inicial del paciente, se considera como un buen indicador pronostico, sin embargo, los estudios que analizan esta característica difieren en el momento adecuado para su realización teniendo en cuenta el proceso fisiológico desencadenado por la lesión.⁽⁵⁾

Componentes de la escala de Glasgow
O1 No hay apertura ocular
O2 Apertura ocular en respuesta estímulo doloroso
O3 Apertura ocular en respuesta a estímulo verbal
O4 Apertura ocular espontanea
V1 No hay respuesta
V2 Sonidos incomprensibles
V3 Palabras inapropiadas
V4 Frases confusas (desorientadas)
V5 Orientado, conversa fluidamente
M1 No hay movimiento
M2 Extensión en respuesta estímulo doloroso (Descerebración)
M3 Flexión anormal a estímulo doloroso (Decorticación)
M4 Flexión se aleja del estímulo doloroso
M5 Localiza estímulo doloroso
M6 Obedece órdenes.

Tabla 1. Componentes de la escala de como de Glasgow (GCS).

Una limitante como se menciona para la evolución inicial con la escala de Glasgow es el escenario de una intubación temprana, cuando después de las medidas básicas de reanimación y previo a la adecuada valoración de la escala. En estos casos se puede utilizar la escala de FOUR (Tabla 2), ya que esta no incluye la evaluación verbal. (4)

Escala de FOUR	
O0	Los ojos permanecen cerrados al dolor
O1	Ojos cerrados pero abiertos al dolor
O2	Ojos cerrados pero abiertos a voz alta
O3	Ojos abiertos pero no rastreo
O4	Ojos abiertos, rastreo o parpadeo a la orden
M0	Sin respuesta al dolor o estado mioclónico generalizado
M1	Respuesta en extensión al dolor
M2	Respuesta flexora al dolor
M3	Localiza el dolor
M4	Pulgar hacia arriba, puño o signo de paz
T0	Reflejo pupilar, corneal y tusígeno ausente
T1	Reflejo pupilar y corneal ausente
T2	Reflejo pupilar o corneal ausente
T3	Una pupila dilatada y fija
T4	Reflejo pupilar y corneal presente
R0	R a la FR del ventilador o Apnea

R1	R sobre la FR del ventilador
R2	No intubado, respiración irregular
R3	No intubado, Respiración de Cheyne stokes
R4	No intubado, respiración normal

Tabla 2. Componentes de la escala de FOUR.

Basados en los criterios adecuados para el traumatismo craneoencefálico emitidos por el Colegio Americano de Radiología o ACR por sus siglas en inglés, basados en NEXUS II (Estudio nacional para la utilización de Rayos X en Urgencias), Las CCHR (Reglas Canadienses para la Tomografía de Cráneo) y NOC (los criterios de Nueva Orleans) podemos describir nueve variantes de presentación para las cuales se han calificado los métodos de imagen disponibles en cada escenario. 1 TCE cerrado menor sin indicación por NEXUS II, NOC o CCHR, para el cual no se recomienda la utilización de métodos de imagen. 2 TCE cerrado menor con indicación por NEXUS II, NOC o CCHR, el método recomendado es la tomografía (TC) simple de cráneo. 3 TCE cerrado, moderado a Severo, con una escala de Glasgow inicial menor de 13, el método recomendado es la TC simple de cráneo. 4 seguimiento a corto plazo de un TCE que no muestra deterioro neurológico, normalmente no se considera apropiada la utilización de métodos de imagen. 5 seguimiento a corto plazo de un TCE que muestra deterioro neurológico, retraso en la recuperación o déficit persistente inexplicable, los métodos recomendados son la TC simple de cráneo seguido por la Resonancia magnética (RM) de cráneo sin contraste. 6 TCE subagudo o crónico con nuevo déficit cognitivo o neurológico, los métodos recomendados son la RM de cráneo sin contraste seguido por la TC simple de cráneo. 7 sospecha de lesión arterial intracraneal, los métodos recomendados son la AngioTC de cabeza y cuello, la AngioRM con contraste de cabeza y cuello, la RM de cráneo, la TC de cráneo simple y la AngioRM de cabeza y cuello sin contraste. 8 sospecha de lesión venosa, los métodos recomendados son la TC de cráneo con contraste en fase venosa, la RM simple de cráneo, la RM de cráneo con contraste y la TC de cráneo simple. 9 sospecha de fuga de líquido cefalorraquídeo (LCR)

postraumático, los métodos recomendados son TC simple de macizo facial, TC simple del hueso temporal y TC de cráneo contrastada con cisternografía. ⁽⁶⁾

Como se anteriormente la TC de cráneo simple es la modalidad de imagen más utilizada para evaluar las lesiones en el departamento de urgencias. Los equipos modernos de tomografía son capaces de adquirir un TC de cráneo simple en menos de 10 segundos, con el paciente en posición supina sobre la mesa del tomógrafo, ya que están equipados con entre 16 y 64 detectores, aunque existen de hasta de 256. La combinación del movimiento circular del Gantry y el desplazamiento lineal perpendicular de la mesa producen un patrón tridimensional helicoidal en la adquisición de datos de la imagen, de esta base de datos es posible generar reconstrucciones axiales, coronales y sagitales. Los tomógrafos modernos permiten reconstruir imágenes con un grosor de hasta 1mm, pero para fines prácticos la evaluación de una TC de cráneo simple se realiza, en cortes axiales con un grosor de 5 a 10 mm, generando en promedio 30 imágenes para su valoración.

Las densidades utilizadas para la generación de imágenes en escala de grises de la tomografía se basan en la escala de unidades Hounsfield (uH), para la cual se ha asignado arbitrariamente el valor de 0 uH a la densidad del agua, -1000 uH a la densidad del aire y + 1000 uH a la densidad del Hueso. Aun cuando el valor de uH para un tejido determinado es constante, su representación en escala de grises puede ser modificada al aplicar diferentes ventanas en la reconstrucción de imágenes, una ventana se genera al asignar un valor central de uH y un rango de valores máximos y mínimos para dicha ventana, de tal manera, que los valores por debajo del límite inferior solamente aparezcan de color negro (hipodensos) y los valores por encima del límite superior se observen en color blanco (hiperdensos). Para la valoración del TCE por lo general se utilizan las ventanas para cerebro y para hueso.

La valoración con la ventana para cerebro nos permite la adecuada valoración de la sustancia gris y sustancia blanca, así como corroborar que su relación se encuentre conservada, la detección de hemorragias agudas, ya que la densidad de la sangre en el episodio agudo es mucho mayor que el promedio del parénquima, con una

densidad entre 40 – 60 uH, así como para la valoración de los espacios del LCR y un posible efecto de masa, aun cuando las fracturas desplazadas pueden ser evidentes en esta ventana, no es la más adecuada para su valoración. La ventana ósea, nos permite eliminar artefactos por la hiperdensidad del hueso en la ventana de cerebro, y evaluar tanto corticales, como hueso esponjoso, permitiendo así identificar no solo fracturas multifragmentarias desplazadas, sino trazos lineales de fracturas no desplazadas, que podrían haber sido pasadas por alto en una revisión clínica inicial, así como en la ventana de cerebro. Además, esta ventana nos permite valorar la presencia patológica de aire en el cráneo.

Aun cuando existan lesiones específicas a evaluar durante la TC de cráneo, son los hallazgos producidos por dichas lesiones, los que manifiestan una mayor relevancia clínica a la hora de la interpretación de las imágenes, siendo estos el efecto de masa y la desviación de la línea media, ya que estas anomalías pueden indicar la necesidad de intervención quirúrgica de urgencia. Por lo general estos hallazgos se relacionan con un deterioro clínico importante, aun que raramente se han reportado casos de pacientes con ausencia de déficit neurológico, tal es el caso del estudio NEXUS II donde de 1 de 1500 pacientes neurológicamente estable presentaba herniación y desviación de la línea media en la TC.⁽⁷⁾

El Efecto de masa corresponde la distorsión o desviación de las estructuras adyacentes a una lesión, que puede tratarse de una estructura o masa anómala. Por lo general en trauma el efecto de masa está condicionado por hemorragias, pudiendo tratarse de intraparenquimatosas, o hematomas epidural o subdural. La simetría del parénquima cerebral en condiciones normales puede facilitar la detección de una lesión con efecto de masa hasta en el evaluador con poca experiencia.

El cerebro en condiciones normales presenta una estructura anatómica simétrica, por lo tanto, la presencia de asimetría puede indicar la presencia de anomalías altamente significativa. La hoz cerebral, divide ambos hemisferios cerebrales, y está constituida por un delgado pliegue dural, en el plano medio sagital. Por lo cual un desplazamiento de la línea media se relaciona con efecto de masa que está

desplazando estructuras de un hemisferio más halla de plano medio sagital. Un desplazamiento mayor a 5mm puede llevar a la presentación de una hernia subfalcina y la muerte. Por lo tanto, un desplazamiento de la línea media mayor a 5 mm es indicación para evacuación neuroquirúrgica de urgencia.

Como se mencionó anteriormente la localización de una hemorragia intracraneana también representa relevancia clínica, así como su tamaño, aun cuando sus efectos asociados, como el efecto de masa y desplazamiento de la línea media tengan una mayor relevancia clínica. ⁽⁸⁾

El hematoma subdural, consiste en una hemorragia en el espacio subdural, es decir entre la dura y la superficie del encéfalo, es consecuencia del desgarro traumático de las venas puente, ya que se trata de un sangrado venoso, por lo general maneja presiones bajas y la sangre sigue el contorno del cerebro, se observa con una forma medial cóncava, y a diferencia de los hematomas epidurales, no su avance anterior y posterior no se encuentra limitado por las líneas de sutura en el cráneo. Cada hemisferio encefálico, está limitado por su propia dura, por lo que regularmente no cruzan la línea media, un hematoma subdural, con un grosor superior a los 10 mm, o que condicione un desplazamiento mayor de 5 mm de la línea media debe de ser evacuado quirúrgicamente. Sin importar el estado neurológico del paciente.

El hematoma epidural, consiste en la colección de sangre en el espacio epidural, entre la dura y el cráneo, ya que el espacio epidural se encuentra limitado por las líneas de sutura del cráneo, el incremento de volumen genera un efecto de lente biconvexa. Y a diferencia de los hematomas subdurales, este si puede cruzar la línea media, por lo general, los hematomas epidurales se encuentran localizados en la región temporal y se asocia a fracturas de dicho hueso. El volumen de un hematoma epidural, debe de ser evaluado, al igual que su efecto de masa y desviación de la línea media, el punto de corte se encuentra en los 30 cc, o un espesor de 15 mm, si los valores son menores el hematoma podrá ser manejado de manera conservadora. Siempre cuando su puntaje de GCS sea mayor de 8.

La hemorragia intraparenquimatosa aguda se identifica como imágenes hiperdensas, redondas, o ligeramente irregulares en el parénquima cerebral, en caso de encontrarse, la posibilidad de que la hemorragia sea la causante del traumatismo y no sea secundario a este, debe de ser tomada en cuenta. ⁽⁹⁾

La diferenciación de la sustancia gris y blanca se puede encontrar comprometida después de un traumatismo debido al edema secundario a la lesión, el efecto de masa secundario a la inflamación y su interacción con los espacios del LCR debe de ser valorada con atención. En caso de que el edema ocurra, este se puede tornar incontrolable y causar un daño cerebral secundario, el tipo más frecuente de edema asociado al trauma es el vasogénico, el cual se presenta por la destrucción de la barrera hematoencefálica y el incremento de la permeabilidad de los capilares. Una vez que se presenta y la célula empiezan a presentar daño esto desencadena el edema citotóxico. Yakamura propone la valoración de las uH en la sustancia blanca afectada por el edema, durante la TC inicial como predictor de desenlaces adversos, ya que valores por debajo de 31.5 uH mostraron 80 % de sensibilidad y un 99.9 de especificidad para desenlaces letales. con un AUC de 0.91. ⁽¹⁰⁾

Cuando se evalúen los espacios del LCR, un factor muy importante a tomar en cuenta es la edad del paciente y su estado neurológico previo a la lesión, ya que se pueden presentar 4 escenarios, espacios normales, edema cerebral generalizado, hidrocefalia y atrofia.

El Daño axonal difuso, es otra entidad causada por traumatismo, especialmente relacionado con mecanismo de desaceleración brusca, como accidentes automovilísticos a grandes velocidades o caídas de gran altura. Esta entidad no se logra valora adecuadamente en la TC por lo que suele requerir de la utilización de RM para corroborar el diagnostico, pero debido a que su conocimiento no genera medidas terapéuticas, ni representa un beneficio inmediato para el paciente en la fase aguda, su mayor relevancia se relaciona con decisiones a largo plazo sobre el cuidado del paciente. ⁽⁷⁾

Ha quedado claro que el método de imagen de elección para la valoración de lesiones asociados a TCE, es la TC, pero su uso indiscriminado en todos los casos de TCE puede sobrecargar los servicios de imagen, incremento en los tiempos de espera para pacientes que por sus condiciones clínicas requieran un estudio de urgencia. Ha quedado claro que basándonos en la GCS, los pacientes con TCE moderado (9- 12) y aquellos con TCE severo de (3 – 8) requieren la realización de una tomografía inicial, el dilema se encuentra en como seleccionar aquellos que realmente requieran un TC de cráneo. Para la evaluación del TCE leve con tamos con dos herramientas con valides externa las cuales son las Reglas Canadienses para la tomografía de cráneo CCTHR (Tabla 3) y los criterios de Nueva Orleans NOC (Tabla 4) Los cuales se describen a continuación:

La CCTHR en caso de GCS es de 13- 15, que se asocie a pérdida del estado de alerta, confusión, o amnesia. ⁽¹¹⁾

Regla canadiense para tomografía de cráneo (CCTHR)	
Alto riesgo de intervención quirúrgica	Riesgo moderado de detección por TC
GCS < 15	Amnesia previa a la imagen
Fractura expuesta o deprimida	Mecanismo de lesión peligroso
Fractura de la base del cráneo	
2 o más episodios de vomito	
> de 65 años	

Tabla 3. Reglas canadienses para la tomografía de cráneo.

Clasificación de Nueva Orleans (NOC)
GCS de 15
Cefalea posterior al trauma
Vomito
>60 años
Intoxicación
Persiste amnesia anterógrada
Trauma visible
Convulsión

Tabla 4. Clasificación de Nueva Orleans

Aun con estos criterios para facilitar la toma de decisiones, y reducir el número de estudios, respetando los principios a ALARA, y disminuyendo la dosis de radiación poblacional, se observa que aún existen casos en que se realizan exámenes a todos y cada uno de los TCE, esto genera un alto costo tanto para los pacientes como para los sistemas de salud, en un proceso conocido como medicina defensiva, donde el principal criterio no es el beneficio clínico del paciente, sino disminuir el riesgo de una posible demanda.

Dicho riesgo no desaparece, aun cuando la queja de mala práctica llegue al consejo, y aun cuando las lesiones por las cuales se realice la queja sean solo leves. Y presente una adecuada recuperación. ⁽¹²⁾

La sensibilidad de la CCTHR, así como del NOC, para demostrar la necesidad de intervención quirúrgica e de prácticamente el 100 %, la mayor sensibilidad de la del CCTHR, sobre el NOC, recae en la incorporación de un rango más amplio en la escala de coma de Glasgow y un intervalo temporal específico para llevar a cabo su valoración.⁽¹³⁾ Con una adecuada implementación, se puede llegar a reducir hasta

en un 30% el número de TC de cráneo simple en pacientes con TCE leve, estos resultados presentan un gran variabilidad, y en algunos casos se podría incrementar el número de tomografías, que se realiza, en estos caso, dicho incremento no representa un verdadero problema, ya que no permitimos se nos escape una lesión que se pueda complicar en el futuro. ⁽¹⁴⁾

El colegio americano de médicos de urgencias (ACEP) por sus siglas en inglés, recomienda evitar la realización de TC de cráneo simples. Cuando estas se encuentren dentro del grupo de bajo riesgo determinado por alguno de los criterios de valoración. Aun con la aplicación correcta de los criterios previamente descritos, se permite un 1% de margen. ⁽¹⁵⁾

De las TC que se realizan debido los criterios previamente mencionados entre el 0.4% y el 1% van a presentar hallazgos tomográficos, que requieran tratamiento quirúrgico. Existen factores, que podrían afectar el resultado de dicho procedimiento, como la edad, el género, la presencia de comorbilidades, por lo que de ser posible deben de ser considerados. ⁽¹⁶⁾

como se ha descrito previamente tanto el TCE moderado como el severo requieren de una exploración tomográfica inicial, la presencia de hallazgos agudos en la tomografía y una disminución en la GCS, se asocian con una peor evolución a largo plazo en el intervalo de 6 meses. las escalas de Marshall (Tabla 5) y de Rotterdam (Tabla 6) las cuales abordaremos más adelante nos permiten evaluar el grado de severidad de las lesiones desde el punto de vista radiológico, mientras que para evaluar un posible desenlace favorable y la recuperación es importante tomar en cuenta factores clínicos previos al incidente, como la edad, el género, comorbilidades, el antecedente de intoxicación con alcohol el día de la lesión, así como factores relacionados con el incidente, como mecanismo de lesión, y lesiones extra craneales presentes. En algunos estudios se ha reportado, tanto a la edad, como la intoxicación y la presencia de lesiones extra craneales, como los principales factores involucrados en la recuperación a los 6 meses, asociando la intoxicación con resultados favorables, esto no implica que el alcohol sea un factor protector, sino que al estar presentes sus efectos durante la evaluación

inicial, sus efectos interfieren al determinar el grado de severidad de la lesión; ya que altera el nivel de conciencia, función de la memoria y funciones cognitivas. De tal manera que el medico evaluador pueda sobre estimar el grado de lesión. Tomando esto en cuenta se debe hacer el hincapié de que en estos pacientes es imperativo descartar una lesión orgánica que ponga en peligro la vida, antes de designar al alcohol como el causante de las alteraciones cognitivas.

Escala de Marshall	
I	Sin patología visible en TC
II	Cisternas presentes, con desplazamiento de la línea media de 0 - 5 mm, con o sin lesión densa presente, lesión hiperdensa < 25 cc.
III	Compresión o ausencia de cisternas, con desplazamiento de la línea media de 0 - 5 mm, con o sin lesión densa presente, lesión hiperdensa < 25 cc.
IV	Desviación de la línea media > 5 mm, lesión hiperdensa < 25 cc.
L. masa evacuada	Cualquier lesión evacuada quirúrgicamente.
masa no evacuada	Lesión hiperdensa o heterogénea, > a 25 cc, no evacuada quirúrgicamente.

Tabla 5. Componentes de la escala de Marshall

Dentro de los factores predictivos sobre una influencia negativa en la recuperación a 6 meses observamos el número de hemorragias intracraneanas presentes en la tomografía inicial, así como la existencia de fracturas del macizo facial. El primero en relación con los efectos producidos por la lesión y la posibilidad de lesión secundaria asociada al edema, y el segundo ya que puede interferir con el estado nutricional del paciente durante la recuperación y además presenta afectación neuropsicológica. ⁽¹⁶⁾

Clasificación de Rotterdam		
Cisternas Basales	Normales	0
	Comprimidas	1
	Ausentes	2
Desviación de la línea media	Sin desviación o < 5mm	0
	>5 mm	1
Hematoma epidural	Presente	0
	Ausente	1
Hemorragia subaracnoidea o intraventricular	Ausente	0
	Presente	1

Tabla 6. Componentes de la Clasificación de Rotterdam

En algunos centros de trauma se ha vuelto parte de protocolo la realización TC de cráneo de control de manera temprana para valorar la progresión de las lesiones. Desde el punto de vista tomográfico las lesiones se van a clasificar como difusas, focalizadas, o en efecto de masa, mientras las lesiones difusas, no presenten incremento de volumen por lo general tendrán un mejor pronóstico. Existen varias escalas descritas para la valoración de las lesiones por tomografía, La más común es la escala de Marshall, que nos permite describir la TC inicial y nos ayuda a pronosticar la evolución. ⁽¹⁷⁾

Bobinski compara la efectividad de ambas escalas al asociar sus puntajes durante la TC inicial y la TC a las 24 hrs, con la escala de desenlace de Glasgow GOS (Tabla 7) a 3, 6 y 12 meses. Demostrando, un valor pronostico estadísticamente significativo de la TC inicial, no así con la TC de control a las 24 hrs, aun cuando ambas escalas, nos permiten valorar el encéfalo en un momento dado, la escala de Marshall al no ser presenta limitaciones para dar un seguimiento adecuado a lo largo

del tiempo, mientras que la distribución de las variables en la escala de Rotterdam facilita su utilización en el seguimiento de las lesiones a través del tiempo. Mientras tanto en la evaluación de las hemorragias intraparenquimatosas se encontró una relación directa entre el volumen y el puntaje en la escala de Marshall, cuanto mayor sea la lesión, esta tendera a incrementar su volumen más rápido, mientras tanto las lesiones pequeñas tenderán a permanecer estables. La falta de correlación entre los hallazgos a las 24 hrs. Y los resultados de la escala de desenlace de Glasgow, no resta importancia a la necesidad del seguimiento continuo de las lesiones en el TCE severo. Pero si reflejan la importancia de la obtención temprana de imágenes por TC tanto para iniciar su manejo, así como contar con una adecuada herramienta pronostica. ⁽¹⁸⁾

Escala de Glasgow al desenlace GOS		
1	Muerte	
2	Estado vegetativo	Incapacidad de interaccionar con el medio que le rodea
3	Discapacidad severa	Puede obedecer ordenes; incapaz de vivir independientemente
4	Discapacidad Moderada	Capaz de vivir independientemente; incapaz de volver al trabajo o a la escuela
5	Adecuada recuperación	Capaz de volver al trabajo o la escuela

Tabla 7. Componentes del a escala de desenlace de Glasgow.

Otra limitante de la escala de Marshall es la linealidad sobre las variables a evaluar, y la necesidad de conocer el estado postquirúrgico del paciente. Mientras que con la escala de Rotterdam cada hallazgo se evalúa y califica de manera individual y se suman para una evaluación final. Ambos sistemas de medición han presentado un adecuado desempeño como predictores de mortalidad temprana. ⁽¹⁹⁾

Como se ha mencionado en los casos de efecto de masa, desviación de la línea media, y colecciones mayores a 25 cc, existirá la necesidad de evacuación quirúrgica, todos estos escenarios se asocian con un incremento de la presión intracraneana, por lo general, se ha utilizado el papiledema como criterio clínico y como limitante para la realización de punción lumbar, por el riesgo de herniación, actualmente la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico representa un método no invasivo para la monitorización de la PIC. Aun cuando el ultrasonido es el método preferido para su registro, también se puede realizar la medición con cortes axiales finos de TC, que presenta la ventaja de ser objetiva y sencilla, así como de ser el único método disponible para realizar mediciones retrospectivas. en los escenarios mencionados anteriormente o en la elevación de la PIC el método de elección es la craneotomía descompresora. En aquellos casos que no han tenido respuesta adecuada a los pacientes con pobre respuesta al tratamiento conservador. El procedimiento disminuye de manera significativa la PIC, pero debido a la patología de base y a la presencia de comorbilidades el desenlace negativo aun supera el 50 %. ⁽²⁰⁾

Las indicaciones para la realización de la TC de seguimiento no se han establecido de manera puntual. Por falta de estudios específicos, actualmente se sugiere la realización de la TC inicial dentro de las primeras 3 hrs. subsecuentes a la lesión, y una TC de control a las 24 hrs del evento. Posterior a estas, la realización de más tomografías, quedan a criterio medico de tratante. ⁽²¹⁾ La ausencia de lesiones en la imagen inicial, no se contrapone contra la necesidad de un estudio de seguimiento en caso de deterioro neurológico. ⁽²²⁾

Durante la exploración tomográfica, en pacientes con traumatismo leve, la presencia de pequeñas lesiones identificables en TC. Aun cuando estas no representen significado clínico o necesidad de medidas terapéuticas adicionales. ⁽²³⁾

Es importante mencionar que como las escalas de evaluación por TC, requieren de la valoración por parte de un médico radiólogo, la variabilidad en inter observador es posible, en este caso, los componentes de la escala de Marshall aun cuando son

pragmáticos, presentan una ligera desventaja comparativa, con respecto al sistema de Rotterdam. ⁽²⁴⁾

Debemos recordar, que el TCE por lo general no se trata de una lesión aislada, sino parte de un componente en pacientes policontundidos, o politraumatizados. Por lo cual es importante una evaluación clínica completa, rápida y eficiente como lo dicta el ATLS, y discernir de manera adecuada y no caer en la tentación de solicitar TC de cuerpo completo, a menos de que se presenten criterios clínicos de sospecha como se ha mencionado en los casos de TCE leve. ⁽²⁵⁾

Lo cual si se considera indispensable para el beneficio del paciente en el departamento de urgencias es una adecuada distribución de los servicios intrahospitalarios, y una accesibilidad rápida hacia el servicio de radiología en caso de ser necesario realizar estudios de gabinete. Existiendo un punto de corte sobre el beneficio o incremento de riesgo de resultados adversos se encuentra en 50m. ⁽²⁶⁾

Existen factores importantes que tienen que ver con la probable recuperación a largo plazo de un paciente por TCE moderado a severo, como la edad, mientras teniendo un mejor pronóstico los adultos jóvenes que un adulto mayor; el nivel socioeconómico, una persona con nivel socioeconómico alto puede tener mayor facilidad para el acceso a los servicios de salud; el grado de académico, se ha observado que pacientes con estudios universitarios presentan una mejor recuperación que personas que solo cursaron niveles de educación básica; las situación laboral, aquellos individuos que se encontraban con un trabajo estable, presentan mejor recuperación que aquellos que se encontraban desempleados al momento del accidente. ⁽²⁷⁾

Para evaluar la recuperación de estos individuos hasta el momento la herramienta válida con la que contamos es con la escala de desenlace de Glasgow (GOS), la cual puede ser aplicada desde el egreso, y durante revisiones continuas, un adecuado seguimiento, nos permite plantear modificaciones en el proceso de rehabilitación de cada paciente y de esa forma mejorar su calidad de vida. ⁽²⁸⁾

Al igual que en adultos, el TCE es una de las principales causas de consulta en el servicio de urgencias, y en pacientes mayores de 2 años, es posible evaluar de manera inicial con la GCS y la TC de carneo esta igualmente indicada en casos moderados a severos, para los casos de traumatismo menor, se han evaluado signos y síntomas clínicos que se asocian con la necesidad de complemento imagenológico, tales como pérdida del estado de alerta, vomito, hiporeactividad o sospecha de fractura de la base del cráneo (otorrea y/o rinorrea), a diferencia de en el adulto, el principal factor etiológico son las caídas. Otro factor que interfiere en la sobre exploración con métodos de imagen es la presión por parte de los padres sobre el medico tratante y el temor del mismo y las consecuencias medico legales en caso de no realizar el estudio. Kocyigit demuestra que dentro de los factores clínicos, la perdida del estado de alerta y el vomito presentan un mayor riesgo de TC anormal, y en caso de que la perdida del estado de alerta sea > a 5 minutos se asocia con un incremento en el riesgo de presentar lesión intracraneal.⁽²⁹⁾

Además de la evaluación clínica inicial, los estudios de imagen y el monitoreo continuo de los pacientes con TCE Moderado a severo, se realiza investigaciones para la utilización de biomarcadores como los niveles séricos de S100B y GFAP.⁽³⁰⁾

Utilizar el método de codificación basado en el en los códigos de la escala abreviada de lesiones nos puede permitir llevar un control adecuado de las diferentes subclasificaciones del TCE con fines estadísticos y epidemiológicos.⁽³¹⁾

Capítulo 2. Planteamiento Del Problema

¿Cuál de las escalas (Rotterdam o Marshall) tiene un mayor poder discriminativo con respecto al GOS en pacientes con TCE moderado a severo?

Capítulo 3. Justificación

El TCE implica un gasto económico anual para el país de aproximadamente 4.5 billones de pesos de manera directa y que de manera indirecta asciende hasta 33.3 billones de pesos en manejo de secuelas e incapacidades.⁽²⁾

En la unidad de imagen (UNIMA) del Hospital Civil de Culiacán, las tomografías computadas en pacientes por TCE son un procedimiento frecuente por lo que es necesario seleccionar un sistema adecuado y eficiente para el reporte de dichos estudios.

Una adecuada evaluación y detección temprana de signos de alto riesgo permite una intervención temprana por parte del equipo de neurocirugía, mejorando las probabilidades de supervivencia del paciente, así como disminuir el daño inicial y por lo tanto las secuelas.

Previamente los reportes se realizaban de manera descriptiva, con respecto a los hallazgos patológicos.

Este trabajo nos permitió realizar un análisis comparativo de los resultados de ambas escalas e implementar aquella con mayor poder de discriminación en los futuros reportes.

Capítulo 4. Hipótesis

La categorización con la escala de Rotterdam de los TCE moderados a severos presenta un beneficio comparativo para la predicción del desenlace contra la escala de Marshall, al tratarse de una escala gradual progresiva.

Capitulo 5. Objetivos

Objetivo General

Determinar si la escala de Rotterdam contra la escala de Marshall es mejor para predecir desenlace (GOS) en pacientes con TCE.

Objetivos Específicos.

Calcular la escala de Rotterdam y Marshall en pacientes con TCE

Evaluar la escala de Glasgow de desenlace (GOS) en pacientes con TCE.

Correlacionar los resultados la escala de Rotterdam y Marshall con GOS.

Capítulo 6. Material y Métodos

A) Diseño del estudio

Estudio de tipo transversal, observacional y prospectivo.

B) Universo de estudio

Pacientes con diagnóstico de TCE moderado a severo a los que se les solicitó TC de cráneo simple en UNIMA del hospital Civil de Culiacán, México, durante 1 de enero de 2017 a 31 de diciembre de 2017.

C) Lugar de realización

UNIMA del Hospital Civil de Culiacán, Sinaloa, México.

D) Periodo de tiempo de realización

En el periodo de 1 de enero de 2017 a 31 de diciembre de 2017

E) Criterios de inclusión

Pacientes de 17 años o más a quienes se les realizó tomografía de cráneo simple con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico durante las primeras 24 hrs. Siguiendo al TCE moderado a grave en la unidad, en el periodo 1 de enero de 2017 a 31 de diciembre de 2017.

F) Criterios de exclusión

Paciente politraumatizado con herida(s) extracraneal(es) severa(s) y paciente con herida penetrante de cráneo.

G) Criterios de eliminación

Estudios técnicamente deficientes.

H) Análisis estadístico

Para comparar los niveles de GOS en la escala Rotterdam se utilizó un ANOVA de una vía y la prueba de Kruskal-Wallis en la escala de Marshall. Se estimó el área bajo la curva con intervalos de confianza del 95%. Un valor de $p < .05$ se consideró estadísticamente significativo. Los datos fueron analizados en SPSS v23.

I) Cálculo del tamaño de muestra

Con un total de 166 pacientes y con una potencia de 0.80 para detectar una diferencia de 0.13 entre el área bajo la curva ROC bajo la hipótesis de 0.67 (publicación original de Rotterdam) usando una prueba Z bilateral y un nivel de significancia 0.05. El área bajo la curva AUC es calculada para una tasa de falsos positivos entre 0 y 0.2.

J) Descripción general del estudio

Esta investigación se llevo a cabo en el área de imagenología del Hospital civil de Culiacán, en el periodo comprendido de 1 de enero de 2017 a 31 de diciembre de 2017, obteniéndose una muestra de 90 pacientes, con traumatismo craneoencefálico moderado a grave (Anexo A), y se les solicito una tomografía de cráneo simple.

Se utilizó para la adquisición de las imágenes, un equipo tomográfico marca Siemens modelo *Somatom Perspective* con 64 detectores.

Se utilizó un sistema PACS (Picture Archiving and Communication System) basado en DICOM para el envío electrónico del conjunto de imágenes hacia el procesador, utilizando el programa *Horos V3.3.5* para visualizar cada uno de los estudios, realizando las reconstrucciones multiplanares requeridas.

Se realizó el estudio solicitado ("TC de cráneo simple"), identificándose los principales hallazgos relacionados con el Traumatismo craneoencefálico los cuales se registraron en la hoja de captura Anexo B y se registro su Escala de Glasgow al Desenlace (GOS) en el Anexo C para posteriormente realizar una base de datos en

el programa *Excel*, subsecuentemente se realizó el análisis estadístico.

Por último, se desarrollaron las discusiones pertinentes y se establecieron las conclusiones de este trabajo.

K) Definición operacional de variables

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCLA DE MEDICIÓN
EDAD	Tiempo de existencia de una persona a partir de su nacimiento	Numero de años del paciente	Demográfica Cuantitativa Continua	Numérica continua
GÉNERO	División de las especies en masculino o femenino diferenciado por la biología, la sociedad y roles culturales	Sexo del paciente	Demográfica Cualitativa	Femenino Masculino
GCS	Escala de coma de Glasgow, es un sistema de estatificación que	OCULAR: O1 No hay apertura ocular	Cuantitativa Categorica y ordinal	Severo 3- 8

	<p>permite identificar el grado de conciencia en el paciente con TCE.</p>	<p>O2 Apertura ocular en respuesta estímulo doloroso</p> <p>O3 Apertura ocular en respuesta a estímulo verbal</p> <p>O4 Apertura ocular espontánea</p> <p>VERBAL:</p> <p>V1 No hay respuesta</p> <p>V2 Sonidos incomprensibles</p> <p>V3 Palabras inapropiadas</p> <p>V4 Frases confusas (desorientadas)</p> <p>V5 Orientado, conversa fluidamente</p> <p>MUSCULAR:</p> <p>M1 No hay movimiento</p> <p>M2 Extensión en respuesta estímulo doloroso (Descerebración)</p>		<p>Moderado</p> <p>9 – 12</p> <p>Leve</p> <p>13-15</p>
--	---	---	--	--

		<p>M3 Flexión anormal a estímulo doloroso (Decorticación)</p> <p>M4 Flexión se aleja del estímulo doloroso</p> <p>M5 Localiza estímulo doloroso</p> <p>M6 Obedece ordenes</p>		
Marshall	<p>Escala de Marshall es un sistema de estadificación de hallazgos por estudios de tomografía de cráneo simple, que permite evaluar la presencia y grado de lesión en el TCE.</p>	<p>I Sin patología visible en TC</p> <p>II Cisternas presentes, con desplazamiento de la línea media de 0 - 5 mm, con o sin lesión densa presente, lesión hiperdensa < 25 cc.</p> <p>III Compresión o ausencia de cisternas, con desplazamiento de la línea media de 0 - 5 mm, con o sin lesión densa presente, lesión hiperdensa < 25 cc.</p>	<p>Cualitativa categórica ordinal</p>	<p>I</p> <p>II</p> <p>III</p> <p>IV</p> <p>VB</p>

		<p>IV Desviación de la línea media > 5 mm, lesión hiperdensa < 25 cc.</p> <p>VA Cualquier lesión evacuada quirúrgicamente.</p> <p>VB Lesión en masa no evacuada Lesión hiperdensa o heterogénea, > a 25 cc, no evacuada quirúrgicamente.</p>		
Rotterdam	Escala de Rotterdam	<p>Cisternas Basales</p> <p>-Normal 0</p> <p>-Comprimidas 1</p> <p>-Ausentes 2</p> <p>Desviación de la línea media</p> <p>-Ausente o > 5 mm 0</p> <p>-> 5 mm 1</p>	Cuantitativa	1 - 6

		<p>Hematoma epidural (para casos con lesión intracraneales > 25cc)</p> <p>-Ausente 0</p> <p>-Presente 1</p> <p>Hemorragia subaracnoidea o intraventricular</p> <p>-Ausente 0</p> <p>-Presente 1</p>		
GOS	Escala de desenlace de Glasgow	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muerte 2. Estado vegetativo 3. Discapacidad Severa 4. Discapacidad moderada 5. Adecuada recuperación 	Cualitativa categórica ordinal	1-5

L) Estandarización de instrumentos de medición

Se utilizó para la adquisición de las imágenes, un equipo tomográfico marca Siemens modelo *Somatom Perspective* de 64 detectores.

Se utilizó un sistema PACS basado en DICOM para el envío electrónico del conjunto de imágenes hacia el procesador, donde se procesarán utilizando el programa *Horos V3.3.5* para visualizar cada uno de los estudios, realizando las reconstrucciones multiplanares requeridas.

El médico radiólogo adscrito al servicio de tomografía evaluó la tomografía de cráneo inicial (obtenida durante las primeras 24 horas posteriores al traumatismo) con la escala de Marshall (tabla 5) y Rotterdam (tabla 6).

Se evaluó GOS (tabla 6) al momento del egreso.

M) Descripción general de procedimientos

Se realizó el estudio solicitado ("TC de cráneo simple"), se identificando los principales hallazgos relacionados con el Traumatismo craneoencefálico, posteriormente se cargaron en una base de datos en el programa Excel, subsecuentemente se realizó el análisis estadístico de los resultados mediante el programa SPSS. Los datos categóricos se mostraron en porcentajes y frecuencias y los numéricos con medias y desviación estándar. Para comparar las pruebas se utilizó la Prueba de Z bilateral. Los datos fueron analizados en el programa SPSS V23, un valor de probabilidad menor a 0.05 se consideró estadísticamente significativo.

Capitulo 7. Aspectos éticos

Protocolo con numero de registro 284 ante el comité de investigación del Hospital Civil de Culiacán.

Este protocolo se rigió de acuerdo a la Ley General de Salud en su Título Quinto “Investigación para la salud” Capítulo único, Artículo 100; donde se establece los principios científicos y éticos para el desarrollo de investigaciones en materia de salud, y de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la Salud lo correspondiente al Titulo Segundo “De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos” Capitulo 1, Artículos 13 al 27 y al Titulo Sexto “De la Ejecución de la Investigación en las Instituciones de atención a la salud” Capitulo Único, Artículos 113-120

Consentimiento informado en Anexo D

Capítulo 8. Recursos y financiamiento

Los gastos de papelería, empleo de equipo computacional y software fueron asumidos por el investigador.

Capítulo 9. Resultados

Un total de 90 pacientes, 86.7% hombres (78) y 13.3% mujeres (12) fueron reclutados para el estudio. La edad promedio fue de 34.3 ± 18.64 años. La edad promedio de los pacientes fallecidos fue 12 años mayor con respecto a los vivos. El valor promedio de GCS fue de 9.48 ± 3.38 existiendo una diferencia significativa entre el valor de GCS entre vivos y muertos (Tabla 8). La tasa de mortalidad fue de 12.2%.

Diferencias clínicas y tomográficas entre pacientes vivos y muertos			
Variable	Total (n=90)	Vivos (n=79)	Muertos(n=11)
Edad años (DE)	34.26(± 18.64)	32.91(± 18.3)	44(± 18.99)
GCS (DE)	9.48(± 3.38)	10.03(± 3.10)	5.54(± 2.65)
Marshall (DE)	2.8(± 1.75)	2.43(± 1.49)	5.54(± 0.82)
I	19(21.11%)	19(24.05%)	0(0%)
II	39(43.33%)	39(49.37%)	0(0%)
III	7(7.77%)	7(8.86%)	0(0%)
IV	6(6.66%)	4(5.06%)	2(18.18%)
V	3(3.33%)	2(2.53%)	1(9.09%)
VI	16(17.77%)	8(10.13%)	8(72.73%)
Rotterdam (DE)	2.71(± 1.60)	2.34(± 1.31)	4.36(± 0.67)
1	25(27.77%)	25(31.65%)	0(0%)
2	28(31.11%)	28(35.44%)	0(0%)
3	8(8.88%)	8(10.13%)	0(0%)
4	11(12.22%)	10(12.66%)	1(9.09%)
5	13(14.44%)	8(10.13%)	5(45.45%)
6	5(5.55%)	0(0%)	5(45.45%)

**Tabla 9. Diferencias clínicas y tomográficas entre pacientes vivos y muertos
DE= Desviación Estándar**

La mortalidad se incremento con el aumento en los puntajes de ambas escalas, sin embargo, se mostro un leve descenso en aquellos con un puntaje de V en la escala de Marshall (lesión evacuada) como era de esperarse. (Figura 1). Los puntajes en ambas escalas fueron mayores en los pacientes muertos.

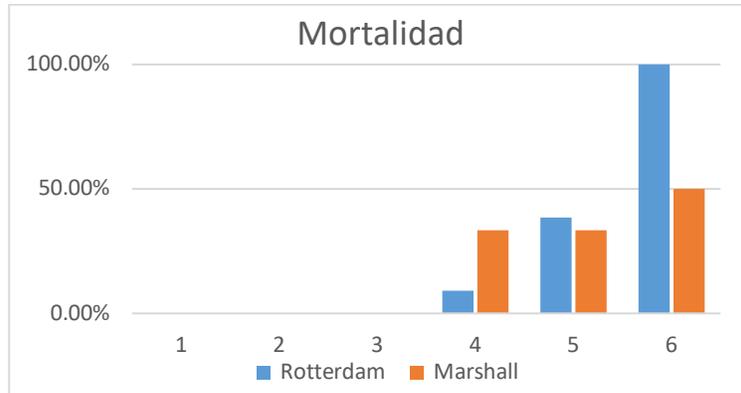


Figura 1. Tasa de mortalidad para escalas de Rotterdam

El puntaje amabas escalas mostraron una relación inversamente proporcional con respecto a los puntajes de GOS, mientras que el puntaje de GCS presento relación directamente proporcional con el GOS (figura 2).

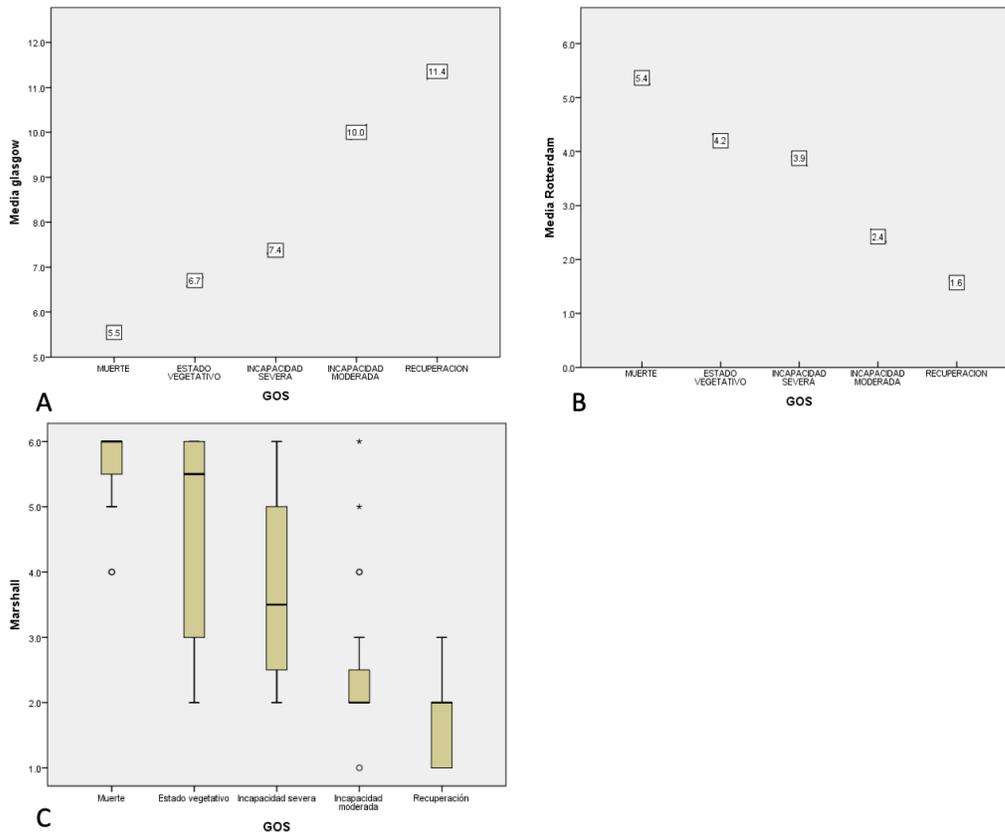


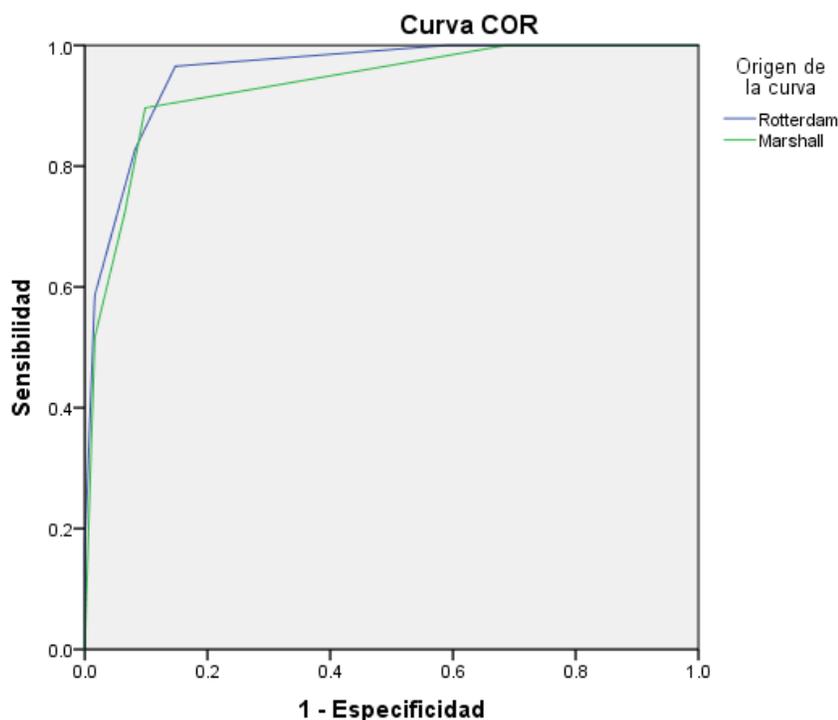
Figura 2 Promedio de GCS por GOS(A). Promedio de Rotterdam por GOS (B).Diagramas de caja de Marshall por GOS (C)

El área bajo la curva para la escaña de Marshall fue de 0.932 (0.876 –0.989) y para Rotterdam de 0.956 (0.917 – 0.996) (Tabla 9). Con base en las coordenadas de la Curva COR se establecieron los puntos de corte para valores de Rotterdam mayor a 3 y de Marshall mayor a 2.

Área bajo la curva

Variables de resultado de prueba	Área	Error estándar	Significación asintótica	95% de intervalo de confianza asintótico	
				Límite inferior	Límite superior
Rotterdam	.956	.020	.000	.917	.996
Marshall	.932	.029	.000	.876	.989

Tabla 9. Área bajo la curva para las escalas de Marshall y Rotterdam



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Figura 3. Curva COR para escalas de Marshall y Rotterdam

Con valores de Rotterdam mayores o iguales a 3 se obtuvo una sensibilidad del 94%, especificidad de 83.5%, un valor predictivo positivo (VPP) de 58.6% y un valor predictivo negativo (VPN) de 98.4% y una exactitud del 85.6% con un intervalo de

confianza del 95%. Mientras que con valores de Marshall mayores a 2 se obtuvo una sensibilidad del 81.3%, especificidad de 94.8%, un VPP de 89.7 y un VPN de 90.2% y una exactitud del 90% con un intervalo de confianza del 95%, para mortalidad (Tabla 10).

	Rotterdam = ó >3	Marshall >2
Sensibilidad	94.4% (74.2% - 99.0%)	81.3% (64.7% - 91.1%)
Especificidad	83.3% (73.1% - 90.2%)	94.8% (85.9% - 98.2 %)
Valor predictivo positivo	58.6% (40.7% - 74.5 %)	89.7% (73.6% - 96.4%)
Valor predictivo negativo	98.4% (91.3% - 99.7%)	90.2% (80.2% - 95.4%)
Proporción de falsos positivos	16.7% (9.8% - 26.9 %)	5.2% (1.8% - 14.1%)
Proporción de falsos negativos	5.6% (1.0% - 25.8%)	18.8% (8.9% - 35.3%)
Exactitud	85.6% (76.8% - 91.4%)	90.0% (82.1% - 94.6%)

Tabla 10. Rotterdam = ó >3 y Marshall >2

Capítulo 10. Discusión.

Los reportes epidemiológicos a nivel global muestran que el traumatismo craneoencefálico generalmente afecta a hombres jóvenes, con buen estado de salud ⁽¹⁷⁾, en nuestro estudio se corrobora con una proporción de 6:1 con respecto a mujeres. La edad promedio fue de 34 años con afectación a individuos en edad económicamente activa. Los resultados de la evaluación por GOS al momento del egreso fue el siguiente, las defunciones representaron el 12.08%, estado vegetativo 10.98% e incapacidad severa 8.79%. Lo anterior implica desenlaces graves en al menos 31.85 % de los pacientes incluidos en el estudio, a demás de los desenlaces fatales el resto de los pacientes cursan con periodos de hospitalización prolongados, y secuelas que requerirán de largos periodos de rehabilitación, que además de un elevado costo conllevan periodos de incapacidad temporal o permanente, que representan un fuerte impacto a la economía familiar y de la comunidad ⁽²⁾.

Actualmente se han desarrollado múltiples escalas para la evaluación del traumatismo craneoencefálico basadas en hallazgos tomográficos, considerando escalas de evaluación clínicas previas a la realización de estudios de imagen con la finalidad de disminuir la exposición a la radiación ionizante en aquellos pacientes en los que se pueda prescindir de dicha exploración como la escala de coma de Glasgow o la escala de FOUR ⁽⁴⁾. En aquellos pacientes a los que si se realiza Tomografía de cráneo la escala de Marshall ha demostrado ser un predictor de desenlace fuerte para el traumatismo craneoencefálico severo en adultos. Siendo un sistema pragmático y ampliamente utilizado de manera global a pesar de sus limitaciones. Mientras tanto la escala de Rotterdam desarrollada mas recientemente utiliza la combinación múltiples hallazgos tomográficos y su adición para predecir el desenlace, aun cuando supera algunas de las limitaciones de la escala de Marshall, aun no ha sido ampliamente validada.

Se selecciono el punto de corte a partir de discapacidad severa con base en el tamaño de la muestra. En el estudio ambas escalas mostraron una precisión similar con una diferencia de área bajo la curva de 0.024 con un punto de corte para establecer diferencia significativa con una diferencia del área bajo la curva mayor.

A 0.13 basado en el estudio original de Mass ⁽³²⁾. para predecir desenlace desde incapacidad severa hasta la muerte, mientras que la literatura refiere superioridad del sistema Rotterdam, no encontramos diferencia estadísticamente significativa entre ambas escalas.

Las escalas de evaluación tomográfica evaluadas no incluyen hallazgos que pudieran tener repercusión clínica, como la distribución de la hemorragia subaracnoidea, el tipo de colección (hematoma subdural o epidural), la presencia de infarto en tallo encefálico, que si pueden ser evaluados por tomografía, o los casos de lesión axonal difusa, la cual solo puede ser valorada adecuadamente por resonancia magnética. Algunas de estas limitaciones son abordadas por clasificaciones como la de Helsinki y la de Estocolmo, pero ambas aun requieren de validación externa ⁽¹⁹⁾.

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio consideramos la falta de seguimiento a mediano y largo plazo, lo cual podría aportar más información sobre la evolución y mejoría de los pacientes con valores de la escala de GOS para incapacidad severa y moderada al momento del egreso hospitalario, así como lo sugieren estudios como el de Oliveira en el cual los pacientes con discapacidad moderada al egreso muestran mejoría significativa en las evaluaciones a 3 y 12 meses ⁽²⁸⁾. Así mismo no de ajustaron los hallazgos a factores predictores previamente establecidos como la edad, hipoxia e hipotensión debido al pequeño de la muestra.

Capítulo 11. Conclusión.

Tanto la escala de Marshall como el sistema Rotterdam muestran un adecuado poder predictivo para desenlace con respecto a incapacidad severa, estado vegetativo y muerte en pacientes con traumatismo craneoencefálico moderado y severo. De tal forma que ambas escalas pueden ser utilizadas en la práctica clínica de manera confiable. Futuras escalas. Se pueden beneficiar de la inclusión de mayores detalles con respecto a las características de la hemorragia subaracnoidea o la adecuada diferenciación de hematomas.

Bibliografía

1. Bordignon KC, Arruda WO. CT scan findings in mild head trauma: a series of 2,000 patients. *Arq Neuropsiquiatr.* 2002;60(2-A):204-10.
2. Ontiveros A, Preciado A, Matute E, López M, López R. Factores pronósticos de recuperación y reinserción laboral en adultos con traumatismo craneoencefálico. *REV Mex Neuroci.* 2014;15(4):211-217.
3. Teasdale G, Maas A, Lecky F, Manley G, Stocchetti N, Murray G. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. *The Lancet Neurology.* 13(8):844-54.
4. Saika A, Bansal S, Philip M, Devi BI, Shukla DP. Prognostic value of FOUR and GCS scores in determining mortality in patients with traumatic brain injury. *Acta Neurochirurgica.* 2015;157(8):1323-8.
5. Settevall CHC, Sousa RMCd, Silva SCFe. In-hospital mortality and the Glasgow Coma Scale in the first 72 hours after traumatic brain injury. *Revista Latino-Americana de Enfermagem.* 2011; 19:1337-43.
6. Shetty VS, Reis MN, Aulino JM, Berger KL, Broder J, Choudhri AF, et al. ACR Appropriateness Criteria Head Trauma. *Journal of the American College of Radiology.* 13(6):668-79.
7. Broder JS. Head Computed Tomography Interpretation in Trauma: A Primer. *Psychiatric Clinics of North America.* 2010;33(4):821-54.
8. Fink KR. Imaging of Head Trauma. *Seminars in Roentgenology.* 51(3):143-51.
9. Wardlaw J, Easton V, Statham P. Which CT features help predict outcome after head injury? *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry.* 2002;72(2):188-92.
10. Yamamura H, Morioka T, Yamamoto T. Head computed tomographic measurement as a predictor of outcome in patients with subdural hematoma with cerebral edema. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine.* 2016; 24:83.

11. Türedi S, Hasanbasoglu A, Gunduz A, Yandi M. Clinical Decision Instruments for CT Scan in Minor Head Trauma. *Journal of Emergency Medicine*.34(3):253-9.
12. Żyluk A. Indications for CT scanning in minor head injuries: A review. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. 2015;49(1):52-7.
13. Bouida W, Marghli S, Souissi S, Ksibi H, Methammem M, Haguiga H, et al. Prediction Value of the Canadian CT Head Rule and the New Orleans Criteria for Positive Head CT Scan and Acute Neurosurgical Procedures in Minor Head Trauma: A Multicenter External Validation Study. *Annals of Emergency Medicine*.61(5):521-7.
14. Miller E, Holmes JF, Derlet RW. Utilizing clinical factors to reduce head CT scan ordering for minor head trauma patients, *The Journal of Emergency Medicine*.1997;15(4):453-457,
15. Milliron M, Carlson JN. Update: Do Patients With Minor Head Trauma Require Neuroimaging? *Annals of Emergency Medicine*.
16. Kisat M, Zafar SN, Latif A, Villegas CV, Efron DT, Stevens KA, et al. Predictors of Positive Head CT Scan and Neurosurgical Procedures After Minor Head Trauma. *Journal of Surgical Research*.173(1):31-7.
17. Jacobs B, Beems T, Stulemeijer M, van Vugt, A, van der Vliet, T, Borm G, & Vos P. Outcome prediction in mild traumatic brain injury: age and clinical variables are stronger predictors than CT abnormalities. *Journal of Neurotrauma*, 27(4), 655-668.
18. Bobinski L, Olivecrona M, Koskinen L-OD. Dynamics of brain tissue changes induced by traumatic brain injury assessed with the Marshall, Morris–Marshall, and the Rotterdam classifications and its impact on outcome in a prostacyclin placebo-controlled study. *Acta Neurochirurgica*. 2012;154(6):1069-79.
19. Deepika A, Prabhuraj AR, Saikia A, Shukla D. Comparison of predictability of Marshall and Rotterdam CT scan scoring system in determining early mortality after traumatic brain injury. *Acta Neurochir (Wien)*. 2015;157(11):2033-8.

20. Waqas M, Bakhshi SK, Shamim MS, Anwar S. Radiological prognostication in patients with head trauma requiring decompressive craniectomy: Analysis of optic nerve sheath diameter and Rotterdam CT Scoring System. *Journal of Neuroradiology*. 2016;43(1):25-30.
21. Muakkassa FF, Marley RA, Paranjape C, Horattas E, Salvator A, Muakkassa K. Predictors of New Findings on Repeat Head CT Scan in Blunt Trauma Patients with an Initially Negative Head CT Scan. *Journal of the American College of Surgeons*.214(6):965-72.
22. Thomas BW, Mejia VA, Maxwell RA, Dart BW, Smith PW, Gallagher MR, et al. Scheduled Repeat CT Scanning for Traumatic Brain Injury Remains Important in Assessing Head Injury Progression. *Journal of the American College of Surgeons*.210(5):824-30.
23. Atzema C, Mower WR, Hoffman JR, Holmes JF, Killian AJ, Oman JA, et al. Defining therapeutically inconsequential; head computed tomographic findings in patients with blunt head trauma. *Annals of Emergency Medicine*.44(1):47-56.
24. Chun KA, Manley GT, Stiver SI, Aiken AH, Phan N, Wang V, et al. Interobserver Variability in the Assessment of CT Imaging Features of Traumatic Brain Injury. *Journal of Neurotrauma*. 2010;27(2):325-30.
25. Davies RM, Scrimshire AB, Sweetman L, Anderton MJ, Holt EM. A decision tool for whole-body CT in major trauma that safely reduces unnecessary scanning and associated radiation risks: An initial exploratory analysis. *Injury*.47(1):43-9.
26. Huber-Wagner S, Mand C, Ruchholtz S, Kühne CA, Holzapfel K, Kanz K-G, et al. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival;A retrospective, multicentre study. *Injury*.45:S76-S82.
27. Forslund MV, Roe C, Sigurdardottir S, Andelic N. Predicting health-related quality of life 2 years after moderate-to-severe traumatic brain injury. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2013;128(4):220-7.

28. Oliveira RARA, Araújo S, Falcão ALE, Soares SMTP, Kosour C, Dragosavac D, et al. Glasgow outcome scale at hospital discharge as a prognostic index in patients with severe traumatic brain injury. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2012;70:604-8.
29. Kocyigit A, Serinken M, Ceven Z, Yılmaz A, Kaya F, Hatipoglu C, et al. A strategy to optimize CT use in children with mild blunt head trauma utilizing clinical risk stratification; Could we improve CT use in children with mild head injury? *Clinical Imaging*.38(3):236-40
30. Wiesmann M, Steinmeier E, Magerkurth O, Linn J, Gottmann D, Missler U. Outcome prediction in traumatic brain injury: comparison of neurological status, CT findings, and blood levels of S100B and GFAP. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2010;121(3):178-85.
31. Lesko MM, Woodford M, White L, O'Brien SJ, Childs C, Lecky FE. Using Abbreviated Injury Scale (AIS) codes to classify Computed Tomography (CT) features in the Marshall System. *BMC Medical Research Methodology*. 2010;10(1):1-10.
32. Maas AIR, Hukkelhoven C, Marshall LF, Steyerberg EW Prediction of outcome in traumatic brain injury with computed tomographic characteristics: a comparison between the computed tomographic classification and combinations of computed tomographic predictors. *Neurosurgery*. 2015 57(6):1173–1182

Anexos

Anexo A

NOMBRE: _____¹ Fecha: __/__/____
 EDAD: __ AÑOS GENERO: (F) (M)
 Hora estimada del evento traumático: __: __ hrs
 Hora de realización de la TC: __: __ hrs
 Mecanismo traumático: _____
 Comorbilidades: _____

Escala de Glasgow al ingreso					
Ocular		Verbal		Motora	
O1	No hay apertura ocular	V1	No hay respuesta	M1	No hay movimiento
O2	Apertura ocular en respuesta a estímulo doloroso	V2	Sonidos incomprensibles	M2	Extensión en respuesta a estímulo doloroso (Descerebración)
O3	Apertura ocular en respuesta a estímulo verbal	V3	Palabras inapropiadas	M3	Flexión anormal a estímulo doloroso (Decorticación)
O4	Apertura ocular espontánea	V4	Frases confusas (desorientadas)	M4	Flexión (se aleja del estímulo doloroso)
		V5	Orientado conversa fluidamente	M5	Localiza estímulo doloroso
				M6	Obedece órdenes.

Total: _____

Escala de FOUR							
Ocular		Motora		Tallo encefálico		Respiratorio	
O0	Ojos permanecen cerrados al dolor	M0	Sin respuesta al dolor o estado mioclónico generalizado	T0	Reflejo pupilar, corneal y tusígeno ausentes	R0	FR. a la Frecuencia del ventilador o Apnea
O1	Ojos cerrados pero abiertos al dolor	M1	Respuesta en extensión al dolor	T1	Reflejo pupilar Y corneal ausente	R1	FR sobre la FR del ventilador
O2	Ojos cerrados pero abiertos a voz alta	M2	Respuesta flexora al dolor	T2	Reflejo pupilar O Corneal ausente	R2	No intubado respiración irregular
O3	Ojos abiertos pero no rastreo	M3	Localiza el dolor	T3	Una pupila dilatada y fija	R3	No intubado Respiración de Cheyne Stokes
O4	Ojos abiertos, rastreo o parpadeo a la orden	M4	Pulgar arriba, puño o signo de paz	T4	Reflejo pupilar y corneal presente	R4	No Intubado respiración normal

Total: _____

Canadian CT Head Rule	
Alto riesgo de intervención quirúrgica	Riesgo moderado de detección por TC
GCS < 15	Amnesia previa a la imagen
Fractura expuesta o deprimida	Mecanismo de lesión peligroso
Fractura de la base del cráneo	
2 o más episodios de vomito	
> de 65 años	

Criterios de New Orleans	
GCS < 15	Intoxicación
Cefalea posterior al trauma	Persiste amnesia anterógrada
Vomito	Trauma visible
> de 60 años	Convulsión

Médico tratante.

Técnico Radiólogo que realiza el estudio.

¹ En caso de tratarse de paciente desconocido el apartado de nombre se deberá llenar tal cual aparezca en el Tomógrafo.

Anexo B

Folio de paciente: _____

ESCALA DE MARSHALL		
	I	Sin patología visible en TC
	II	Cisternas presentes, con desplazamiento de la línea media de 0 - 5 mm, con o sin lesión densa presente, lesión hiperdensa < 25 cc.
	III	Compresión o ausencia de cisternas, con desplazamiento de la línea media de 0 - 5 mm, con o sin lesión densa presente, lesión hiperdensa < 25 cc.
	IV	Desviación de la línea media > 5 mm, lesión hiperdensa < 25 cc.
	L. masa evacuada	Cualquier lesión evacuada quirúrgicamente.
	Lesión en masa no evacuada	Lesión hiperdensa o heterogénea, > a 25 cc, no evacuada quirúrgicamente.

CLASIFICACIÓN DE ROTTERDAM		
Cisternas Basales	Normales	0
	Comprimidas	1
	Ausentes	2
Desviación de la línea media	Sin desviación o < 5mm	0
	>5 mm	1
Hematoma epidural (para casos con lesión intracraneales > 25cc)	Presente	0
	Ausente	1
Hemorragia subaracnoidea o intraventricular	Ausente	0
	Presente	1
Total		

Anexo C

Folio del Paciente: _____

Escala de Glasgow de desenlace		
	1	Muerte
	2	Estado Vegetativo
	3	Discapacidad Severa
	4	Discapacidad moderada
	5	Adecuada recuperacion



ANEXO "D"
HOSPITAL CIVIL DE CULIACÁN
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA DEL ÁREA DE LA
SALUD (CIDOCS)



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Folio.

Nombre del paciente:

Edad: Sexo:

Nombre del estudio:

"Comparación entre la evaluación temprana con la escala de Marshall y el sistema Rotterdam, como predictores de desenlace en traumatismo craneoencefálico moderado y severo"

Procedimientos:

Tomografía computada de cráneo simple

Justificación y objetivo del estudio:

Realizar un análisis comparativo de los resultados de ambas escalas e implementar aquella con mayor poder de discriminación en los futuros reportes.

Posibles riesgos y molestias:

El Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en su artículo 17 fracción III apartado con respecto a la investigación con riesgo mayor que el mínimo: Son aquéllas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas.

No se modificará el protocolo de estudio habitual. No se generaran riesgos adicionales.

Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:

Este estudio no está diseñado para beneficiarle directamente. Además gracias a su participación altruista, su comunidad se puede beneficiar significativamente al aplicarse los conocimientos adquiridos por esta investigación

Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:

Si identificamos información que consideremos importante para su salud, consultaremos con la Comisión de ética que supervisan este estudio para que decidamos la mejor forma de darle esta información a usted y a su médico. Además, le solicitamos que nos autorice contactarlo, en caso de ser necesario, para solicitarle información que podría ser relevante para el desarrollo de este proyecto.

Los datos científicos obtenidos como parte de este estudio podrían ser utilizados en publicaciones o presentaciones médicas. Su nombre y otra información personal serán eliminados antes de usar los datos.

Participación o retiro:

Su participación es **VOLUNTARIA**. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el Hospital Civil de Culiacán y el CIDOCS o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho.

Privacidad y confidencialidad:

Su nombre no será usado en ninguno de los estudios. Los estudios paraclínicos obtenidos no contendrán ninguna información personal y se codificará con un número de serie para evitar cualquier posibilidad de identificación. Es posible que sus análisis paraclínicos, así como su información médica puedan ser usadas para otros proyectos de investigación análogos relacionados con la enfermedad en estudio. No podrán ser usados para estudios de investigación que no estén relacionados con condiciones distintas a las estudiadas en este proyecto. Sus muestras podrán ser almacenadas por los investigadores hasta por 3 años.

Los códigos que identifican su muestra estarán solo disponibles a los investigadores titulares, quienes están obligados por Ley a no divulgar su identidad. Estos códigos serán guardados en un archivero con llave. Solo los investigadores tendrán acceso.

Declaración del paciente:

Yo, _____ declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en Hospital Civil de Culiacán (HCC) y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Puedo obtener los resultados de mis exámenes clínicos si los solicito.

He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigador Responsable: Dr. Luis G. Ricardez Cazares Médico Residente de Imagenología

Colaboradores: Dr. Jean Paul Negreiros Osuna, Dr. Alejandro Herrera Sánchez, Dr. Farid Bujaidar Tobías

Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con Dr. Luis Gerardo Ricardez Cazares en UNIMA HCC tel. (639) 119 31 79.

Firma del paciente

Testigo

Nombre, dirección, relación y firma

Tutor legal o familiar.

Sé que el paciente ha sido considerado por ahora incapaz de tomar por sí mismo la decisión de aceptar o rechazar la participación en el estudio descrito arriba. El médico me ha explicado de forma satisfactoria que es, como se hace y para qué sirve. También se me han explicado los riesgos y complicaciones. He comprendido todo lo anterior perfectamente y por ello Yo _____ con documento de identificación doy el consentimiento para la participación del paciente en el estudio. Puedo revocar este consentimiento de así considerarlo oportuno.

Firma del Familiar

Parentesco

Testigo

Nota: en caso de ser menor de 18 años deben firmar ambos padres.

Lugar y fecha: Culiacán, Sinaloa, México a _____ de _____.