

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Médicas

Especialidad en Imagenología

Hallazgos tomográficos según Escala de Marshall en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos atendidos en el Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca 2019

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Especialista en Imagenología


Modalidad Artículo Científico

Autor:

Jorge Andrés Fiallos Duque

Director:

Jaime Eduardo Criollo Polo

ORCID:  0000-0002-6396-5710

Cuenca, Ecuador

2023-03-27

Resumen

Antecedentes: el traumatismo cráneo encefálico (TEC) se produce por un intercambio brusco de energía mecánica, cuyo resultado es una alteración anatómico-patológica del encéfalo y sus envolturas; puede producir graves consecuencias en la morbi-mortalidad de la población. Objetivo general: identificar los hallazgos tomográficos mediante la Escala de Marshall en pacientes con traumatismos craneoencefálicos (TEC) moderados y severos atendidos en el Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca 2019. Metodología: estudio observacional, descriptivo y transversal. Se analizaron 174 expedientes clínicos de pacientes con TEC moderados y severos que cumplieron con los criterios de inclusión. La información se recolectó mediante un formulario. Se aplicó estadística descriptiva. Resultados: predominaron los varones en el 80,5% de los casos; la mayor prevalencia de TEC se ubicó en grupos etarios de 20 a 39 años en un 46%. La mayoría de pacientes presentaron TEC moderado en 67,8% según la escala de Glasgow. En función a la escala de Marshall, el 42,5% de pacientes se categorizaron con lesiones difusas tipo II, seguidas por tipo IV, I y masa no evacuada con el 21.3%, 16.1% y 12.1% respectivamente. En la descripción de hallazgos tomográficos, 16.7% presentaron cisternas comprometidas o ausentes; en un 42% se visualizó una desviación de la línea media < 5mm y el 70,7% el tamaño de la lesión fue <25cc. El 16,7% de personas fallecieron por TEC y 12.6% presentaron concomitantemente fracturas del esqueleto apendicular y el 8% del esqueleto axial.

Palabras clave: escala de coma de Glasgow, traumatismo craneoencefálico, tomografía computarizada

Abstract

Tomographic resolution according to the Marshall Scale in patients with moderate and severe head trauma treated at the Vicente Corral Moscoso Hospital, 2019. Background: traumatic brain injury (CBI) is caused by a sudden exchange of mechanical energy, which results in an anatomopathological alteration of the brain and its envelopes; It can have serious consequences on the morbidity and mortality of the population. General objective: to identify tomographic hallmarks using the Marshall Scale in patients with moderate and severe head trauma (CBI) treated at the Vicente Corral Moscoso Hospital. River Basin 2019. Methodology: observational, descriptive and cross-sectional study. 174 medical records of patients with moderate and severe TBI who met the inclusion criteria were analyzed. The information is collected through a form. Descriptive statistics were applied. Results: the male sex prevailed in 80.5% of the cases; the highest prevalence of ECT was found in the age groups of 20 to 39 years with 46%. Most of the patients had moderate TBI in 67.8% according to the Glasgow scale. According to the Marshall scale, 42.5% of the patients were categorized as having type II diffuse lesions, followed by type IV, I and non-evacuated mass with 21.3%, 16.1% and 12.1% respectively. In the description of the tomographic resolution, 16.7% presented compromised or absent cisterns; in 42% a deviation from the midline <5mm was visualized and in 70.7% the size of the lesion was <25 cc. 16.7% of people died from TBI and 12.6% had concomitant fractures of the appendicular skeleton and 8% of the axial skeleton.

Keywords: Glasgow coma scale, traumatic brain injury, computed tomography

Índice de contenidos

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Introducción | 6 |
| 2. Discusión | 11 |
| 3. Conclusiones | 14 |
| 4. Aspectos bioéticos..... | 14 |
| 5. Información del autor..... | 14 |
| 6. Contribución del autor | 14 |
| 7. Conflicto de interés..... | 15 |
| 8. Fuente de financiamiento | 15 |
| Referencias | 16 |

Índice de tablas

| | | |
|--------|---|----|
| Tabla1 | Características socio –demográficas..... | 8 |
| Tabla2 | Clasificación según Escala de Glasgow en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos | 8 |
| Tabla3 | Categorización según Escala de Marshall en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos | 9 |
| Tabla4 | Hallazgos tomográficos mediante la Escala de Marshall en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos..... | 9 |
| Tabla5 | Mortalidad intrahospitalaria por traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos | 9 |
| Tabla6 | Fracturas del esqueleto axial y/o apendicular en pacientes con traumatismos cráneos encefálicos moderados y severos | 10 |

1. Introducción

Los traumatismos craneo encefálicos (TEC), se definen como una alteración del cerebro, tanto en su anatomía como su funcionalidad debido a intercambios violentos de energía mecánica (1), causadas por fuerzas externas, directas o transmitidas, clasificadas como cerradas (o no penetrantes) o abiertas (penetrantes) (2). Son múltiples las causas atribuidas en la génesis del TEC entre las que se incluyen: caídas, accidentes de tránsito, lesiones asociadas con el deporte, heridas de bala, explosiones, entre otros (3).

Como resultado directo del impacto de manera inmediata se presenta una lesión cerebral primaria, visibilizándose con hematomas epidurales o subdurales, contusiones corticales, lesiones oculares o daño axonal (4). Posteriormente en horas o días luego del trauma, se presentan las lesiones secundarias, caracterizadas por una compleja cascada de eventos bioquímicos que se manifiestan con edema cerebral y aumento de la presión intracraneal, que conllevan a una deformidad de la membrana neuronal, liberación de neurotransmisores excitatorios, agotamiento de reservas energéticas, apoptosis y muerte celular (5).

La clasificación del TEC se evalúa primariamente utilizando la Escala de Coma de Glasgow (GCS), cuya suma de puntajes de 3 componentes (apertura ocular, respuestas verbales y motoras) (4), ofrece una rápida evaluación de la lesión cerebral, donde una puntuación de 13 a 15, de 9 a 12 y < 8 clasifica al TEC como leve, moderado y grave respectivamente (6).

La incidencia del TEC es muy variada, estimándose que a nivel mundial anualmente entre 64 a 74 millones de personas son diagnosticados con este traumatismo (7). En Estados Unidos (EEUU) y Canadá se presentan cerca 1299 casos por cada 100 mil habitantes, seguido de Europa con 1012 por cada 100.000 individuos. A su vez en zonas del Sureste Asiático y países del pacífico occidental incluido China y Australia, se calcula alrededor de 948 y 924 casos por cada 100.000 habitantes, respectivamente y en América Latina, se evidencian 909 por cada 100.000, con valores levemente inferiores en África con 801 por cada 100.000 (7).

Además de su prevalencia, los TEC han sido reconocidos como una de las principales causas de morbi-mortalidad y discapacidad a nivel mundial, pues la lesión cerebral traumática puede traducirse en secuelas a largo plazo, con deficiencias mentales, cognitivas y conductuales que conducen a disfunciones permanentes (8). Por otro lado, esta patología contribuye significativamente en el aumento de gastos en atención médica y serias repercusiones en la calidad de vida (9).

Por lo tanto dada la heterogeneidad de las lesiones asociadas por TEC y el amplio espectro de manifestaciones clínicas, resulta prioritario un diagnóstico y tratamiento oportuno (10). Varias técnicas de imagen se utilizan rutinariamente en para caracterizar la gravedad del TEC, identificar lesiones de resolución quirúrgica y proporcionar posibles pronósticos (11).

En este contexto, la tomografía simple de cráneo (TAC) es el método de imagen inicial de elección, debido a su accesibilidad y capacidad de identificar la gravedad del daño estructural del cerebro, presencia de hemorragias intracraneales y la diferenciación de líquido, edema cerebral, fracturas de cráneo y cuerpos extraños (12). La escala de Marshall, mediante la visualización de ciertos parámetros tomográficos (compresión de cisternas, desplazamiento de la línea media, lesiones hiperdensas y evacuadas del parénquima cerebral), permite la diferenciación de pacientes que requieren una intervención neuro-quirúrgica, realizando no solamente una mera descripción de lesiones, sino que además es una herramienta pronóstica (13).

En este contexto, tomando en consideración la frecuencia del TEC, así como las serias repercusiones que produce dicha patología, se ha planteado esta investigación con el objetivo de contribuir con la exposición de información relevante, actualizada de una población local referente a la problemática en mención, resaltando sobre todo las características tomográficas del TEC moderado y severo de pacientes atendidos en el Hospital Vicente Moscoso (HVCM).

1.1 METODOLOGÍA: se trata de un estudio observacional, descriptivo, transversal. La investigación se realizó en el Área de Emergencia y el Departamento de Imagenología del Hospital Vicente Corral Moscoso de la Ciudad de Cuenca. El universo estuvo constituido por 254 pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico (TEC) moderado y severo registrados en los reportes tomográficos durante el periodo de enero a diciembre del 2019. Sin embargo, solo 174 expedientes clínicos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron analizados en el presente estudio.

La información fue recopilada de los expedientes clínicos de los pacientes; para la recolección de datos se elaboró un formulario que incluyó variables socio-demográficas, clínicas y tomográficas. Dicho instrumento tuvo varias secciones, la primera, en la que se registró edad y sexo, la segunda, severidad del TEC según escala de Glasgow y la tercera información referente a las lesiones cerebrales según la escala de Marshall, muerte intrahospitalaria y presencia de otras lesiones o traumatismos producidos por el trauma.

La información fue almacenada en una base de datos de Excel, luego de lo cual los datos fueron migrados al programa SPSS 15, posteriormente se procesaron y automatizaron los datos. Se aplicó estadística descriptiva (frecuencias absolutas y relativas), construyéndose tablas para la presentación de la información en función a los objetivos del estudio. La investigación contó con la autorización del Comité de Bioética de la Universidad de Cuenca y del Hospital Vicente Corral Moscoso.

1.2 RESULTADOS

En la tabla N°1 se puede observar que 8 de cada 10 pacientes varones fueron diagnosticaron con TEC moderados y/o severos y 5 de cada 10 eran adultos jóvenes (20 a 39 años).

Tabla1 Características socio –demográficas

| | | n=174 | %=100 |
|--------------------------|--------------|-------|-------|
| Sexo | Hombre | 140 | 80.5 |
| | Mujer | 34 | 19.5 |
| Edad ¹ | 18 a 19 años | 18 | 10.3 |
| | 20 a 39 años | 80 | 46 |
| | 40 a 64 años | 46 | 26.4 |
| | ≥65 años | 30 | 17.2 |

¹ Edad: media 41.32 ± 21.08

Según la escala de Glasgow, 7 de cada 10 pacientes presentaron un rango de 9 a 12 puntos por lo que se categorizaron con TEC moderado y 3 de cada 10 personas con TEC grave (3 a 8 puntos) (Tabla N°2).

Tabla2 Clasificación según Escala de Glasgow en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos

| | | n=174 | %=100 |
|--|------------------------------------|-------|-------|
| Escala de Glasgow (puntos) ¹ | TEC ² moderado (9 a 12) | 118 | 67.8 |
| | TEC ² grave (3 a 8) | 56 | 32.2 |

¹ Escala de Glasgow: media 9.6 ± 3.08 puntos

²TEC: traumatismo cráneo-encefálico

Respecto a la clasificación de la escala de Marshall, el 42,5% de pacientes se categorizaron con lesiones difusas tipo II, seguidas en frecuencia por las de tipo IV, I y masa no evacuada con el 21.3%, 16.1% y 12.1% respectivamente (Tabla N°3).

Tabla3 Categorización según Escala de Marshall en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos

| Categoría | n=174 | % =100 |
|------------------------|--------------|---------------|
| Lesión difusa tipo I | 28 | 16.1 |
| Lesión difusa tipo II | 74 | 42.5 |
| Lesión difusa tipo III | 9 | 5.2 |
| Lesión difusa tipo IV | 37 | 21.3 |
| Masa evacuada | 5 | 2.9 |
| Masa no evacuada | 21 | 12.1 |

Se identificaron los siguientes hallazgos tomográficos según la escala de Marshall: en el 16.7% de los casos las cisternas estaban ausentes o comprometidas, además en un 42% se visualizó un desplazamiento significativo de la línea media < 5mm. Referente al tamaño de la lesión, 7 de cada 10 personas presentaron diámetros <25 cc (Tabla N°4).

Tabla4 Hallazgos tomográficos mediante la Escala de Marshall en pacientes con traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos

| | Hallazgos tomográficos | n=174 | %=100 |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| Cisternas | Normales | 31 | 17.8 |
| | Presentes | 114 | 65.5 |
| | Comprometidas o ausentes | 29 | 16.7 |
| Desplazamiento línea media | No desplazada | 39 | 22.4 |
| | Desviación <5 mm | 73 | 42 |
| | Desviación >5 mm | 62 | 35.6 |
| Tamaño lesión | Ausencia lesión | 28 | 16.1 |
| | <25 cc | 123 | 70.7 |
| | >25 cc | 23 | 13.2 |

En la tabla N°5 se puede observar que la mortalidad intrahospitalaria por TEC moderado y/o severo fue del 16.7%.

Tabla5 Mortalidad intrahospitalaria por traumatismos cráneo encefálicos moderados y severos

| | n=174 | %=100 |
|-------------------|--------------|--------------|
| Mortalidad | Vivo | 145 83.3 |
| | Muerto | 29 16.7 |

Concomitantemente al TEC moderado o severo, el 12.6% de pacientes presentaron fractura del esqueleto apendicular y el 8% del esqueleto axial (Tabla N°6).

Tabla6 Fracturas del esqueleto axial y/o apendicular en pacientes con traumatismos craneos encefálicos moderados y severos

| | n=174 %=100 | | |
|---|-------------|-----|------|
| Fractura del esqueleto axial | Sí | 14 | 8 |
| | No | 160 | 92 |
| Fractura del esqueleto apendicular | Sí | 22 | 12.6 |
| | No | 152 | 87.4 |

2. Discusión

El traumatismo craneoencefálico (TEC), es una patología médico-quirúrgica, caracterizada por daños estructurales a nivel cerebral, producto de un evento traumático atribuido a accidentes de tránsito, caídas y traumas directos, entre otros. La tomografía computarizada (TC), es el método de elección para identificar la presencia y la extensión del daño producido por el TEC, permitiendo así actuar de manera adecuada frente a cada caso dando una mejor atención médica y tratamiento adecuado, disminuyendo así la morbilidad y mortalidad (15–17).

En el presente análisis de 174 casos de TEC moderado o severo, encontró que el grupo etario de 20 a 39 años catalogados como adultos jóvenes fueron los que presentaron con mayor frecuencia de dicha patología; resultados que coinciden con los autores Assamadi M et al., (18), Silva et al., (21) Erlebach R et al., (19) y Jonsdottir G et al., (20) y quienes determinaron en sus estudios frecuencias de TEC en este grupo etario de 52,1%, 50,4% 39,7%, 35,3% respectivamente; a diferencia de los datos reportados por Tunthanathip T et al., (22), que refirieron que los pacientes con edades entre 20 a 60 años presentaron TEC moderados o severos en un 60,3% de los casos. En cuanto al sexo, se identificó en un 80% que los hombres presentaron TEC moderados y severos, lo cual coincide con varios resultados de los autores Chelly H et al., (23), Charry J et al., (24), Silva et al., (21) Emami P et al., (25), Liu C et al., (26) y Khaki D et al., (27), con cifras porcentuales del 85,3%, 84,25%, 83%, 76,9%, 74,2%, 70% respectivamente.

El comportamiento epidemiológico del TEC relacionado al sexo y la edad, se explica debido a que los varones jóvenes son los que realizan de actividades de alto impacto y riesgo, con múltiples funciones laborales y/o sociales, además de un mayor consumo de bebidas alcohólicas a edades más tempranas, acciones que los llevarían a presentar una mayor exposición de TEC. Sin embargo, en personas de la tercera edad las actividades motoras y cognitivas al empezar a deteriorarse contribuyen a que en este grupo también exista mayor probabilidad de TEC con resultados desfavorables a corto o largo plazo (20).

En relación a la severidad del TEC, en esta investigación se determinó que el 67,8% de pacientes presentaron una clasificación moderada según la escala Glasgow, resultados que concuerdan con lo expuesto por Asim M et al., (28) y Mahadewa T et al., (17), quienes utilizaron un punto de corte de 9 a 12 puntos para considerar un TEC moderado, identificando valores porcentuales de 70,1% y 60,8% respectivamente. Las conclusiones de esta investigación contrastan con lo observado por otros autores, quienes identificaron valores que fluctuaron

entre un 20,7% a un 26,7% de casos de individuos con diagnóstico de TEC moderado (23, 29,30).

A su vez, la categorización de TEC grave en esta corte fue de 32,2%, conclusiones que discrepan con los expuesto por Osis S et al., (29), Rafay M et al., (30) Silva et al., (21) quienes encontraron una frecuencia dicha patología de 39,2%, 42,6% y 78,5%; valores porcentuales inferiores fueron reportados por Asim M et al., (28), Mahadewa T et al., (17) y Helly H et al., (23), con un 13,9%, 19,3% y 25,2% respectivamente. Resulta obvio el predominio de TEC moderado sobre el severo, pues este fenómeno patológico estaría relacionado a la magnitud del trauma, lo cual tiene una asociación directa con la severidad, pues aquellos pacientes que sufren lesiones intracraneales de alto impacto y/o gravedad generalmente fallecen en el sitio del traumatismo o durante su traslado a un centro hospitalario, por tal motivo en las unidades hospitalarias atienden en su mayoría casos de TEC moderado (31–33).

Los estudios de neuro-imagen desempeñan un papel crítico en la valoración de pacientes con TEC, por lo que en consenso se ha determinado que la TAC sin contraste es la prueba diagnóstica inicial idónea en pacientes con TEC moderado o severo, cuyo objetivo principal es poner en evidencia la presencia o no de una lesión cerebral y su diferenciación terapéutica clínica o quirúrgica. En este contexto, la escala de Marshall, permite agrupar características tomográficas que no son meramente descriptivas (34), sino que además permiten una utilidad pronóstica, pues de manera general aunque se presenten lesiones difusas mientras no incrementen su volumen presentará un mejor pronóstico (35). En la presente investigación se observó según esta escala una mayor frecuencia de lesiones difusas, siendo las más comunes las de tipo II con un 42,5%, a diferencia del tipo IV en un 21,3% y las de tipo I con un 16,1%.

Los resultados encontrados muestran similitud con las conclusiones de Nagesh M et al., (36), quienes observaron que las lesiones difusas II correspondieron al 54,8%, las de tipo IV en un 36,5% y tipo I con el 28,4%. Por su parte, Mahadewa T et al., (17), identificaron que la categoría II de Marshall fue la más frecuente, seguida de la tipo IV y la I, con un 33,7%, 33,1% y 6,1%, respectivamente. Coincidiendo con la misma distribución y clasificación Charry J et al., (24) determinaron que las lesiones difusas II correspondieron a un 58,27%, las de tipo IV en un 50,39% y I con el 46,46%. Assamadi M et al., (18) aunque con valores porcentuales inferiores también expusieron que las lesiones difusas II fueron las más comunes con un 14%, las de tipo IV en 3% y la categoría I con el 1%. Teóricamente, los hallazgos tomográficos se correlacionan directamente con el mecanismo del trauma, ejemplificándose una predominancia de hematomas epidurales o subdurales, o hemorragias intra-cerebrales en

lesiones focales directas. Mientras que, en los traumatismos por aceleración y/o desaceleración, son más comunes los daños axonales difusos y el edema cerebral (37).

La mortalidad intrahospitalaria por TEC moderado y/o severo en pacientes atendidos en el HVCM fue del 16.7%, tasas inferiores fueron concluidos por Munakomi S et al., (38), Elkbuli et al., (39), Assamadi M et al., (18), quienes determinaron que la mortalidad TEC en los participantes de sus estudios se presentó en el 9%, 6,7% y 0% respectivamente. En esta línea de ideas, es posible que las grandes diferencias en lo concerniente a mortalidad por TEC, se atribuya a ciertos aspectos tales como: las diferencias sociales, culturales, el bajo nivel socio-económico, la demografía del lugar y el mecanismo de la lesión, factores que puede influir en la evolución, tratamiento y pronóstico de los pacientes con TEC, reduciendo las probabilidades de una oportuna atención médica y el consecuente fallecimiento de los pacientes por esta entidad patológica (1).

Además de las lesiones cráneo-encefálicas producto del mecanismo del trauma, en el 8% de casos se diagnosticaron fracturas del esqueleto axial y un 12,6% del apendicular. Valores inferiores a lo expuesto por Liu C et al., (26), quienes indicaron que además del TEC las fracturas de esqueleto axial se presentaron en un 76,9% de los casos y del esqueleto apendicular 43,4%. Así también Assamadi M et al., (18), determinaron que la frecuencia de lesiones asociadas a TEC fueron fracturas de esqueleto axial 35% y del esqueleto apendicular en un 18%. De igual manera, Chelly H et al., (23), determinaron que la lesión más frecuentemente relacionada con el TEC fue la fractura de esqueleto axial con un 58,4%.

Una de las principales limitaciones de esta investigación se relacionó con la falta de registro de algunas variables objeto de este estudio en las historias clínicas, hechos que perjudicaron el levantamiento de la información de esta investigación, pues esto obligó al autor a excluir varios expedientes clínicos de pacientes con TEC. Por otro lado, la falta de sistema de digitalización y automatización de historias clínicas en la institución participante, impidió un adecuado registro de datos, ya que al contrastar los diagnósticos de TEC en los reportes tomográficos del Departamento de Imagenología y el de Estadística, se evidenciaron discrepancias, que impidieron la inclusión de varios casos.

El presente estudio es relevante en el área de la salud, debido a que provee al personal de las diferentes áreas hospitalarias de información actual y de buena calidad de evidencia científica respecto a los hallazgos tomográficos en pacientes con TEC severo y moderado, demostrando así que la TAC permiten determinar hallazgos que demuestran patología

cerebral, para que de esta manera el personal de salud pueda brindar un adecuado tratamiento, contribuyendo de manera significativa a disminuir la mortalidad por TEC.

3. Conclusiones

- Se analizaron 174 registros de pacientes con diagnóstico de TEC moderado y severo, encontrándose un predominio de varones con edades entre 20 a 39 años.
- Según la gravedad determinada por la escala de Glasgow, la mayoría fueron categorizados como TEC moderados.
- Respecto a la clasificación de la escala de Marshall, casi la mitad de pacientes se categorizaron con lesiones difusas tipo II, seguidas en frecuencia por las de tipo IV, I y masa no evacuada. La presencia de cisternas y el desplazamiento de la línea media < 5mm, además del tamaño de lesión <25 cc fueron los hallazgos más tomográficos más comunes.
- En referencia a la mortalidad hospitalaria, 2 de cada 10 pacientes fallecieron por causa del TEC.
- Finalmente, se observó un bajo porcentaje de lesiones del esqueleto apendicular y/o axial, conjuntamente con el TEC.

4. Aspectos bioéticos

Esta investigación fue aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad de Cuenca. Se guardó confidencialidad en el manejo de la información de los datos de los expedientes clínicos de pacientes incluidos en la investigación.

5. Información del autor

Fiallos Duque Jorge Andrés. Médico. Residente de Imagenología de la Universidad de Cuenca. Azuay-Ecuador.

Correo: andres_1991_16@hotmail.com

Orcid: 0000-0002-0892-2291

6. Contribución del autor

El autor declara ser el responsable de la idea de investigación, revisión bibliográfica, recolección, análisis de datos, redacción y aprobación final del manuscrito.

7. Conflicto de interés

El autor expone no presentar conflictos de interés.

8. Fuente de financiamiento

Autofinanciado

Referencias

1. Martínez MPH, Hernández AGA, Cantillo JJR, Hernandez AP. Epidemiología del trauma craneoencefálico. Rev Cub Med Int Emerg [Internet]. 2018 [citado 14 de mayo de 2022];17(S2):3-6. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=87399>
2. Ghajar J. Traumatic brain injury. The Lancet [Internet]. 9 de septiembre de 2000 [citado 14 de mayo de 2022];356(9233):923-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673600026891>
3. Pearn ML, Niesman IR, Egawa J, Sawada A, Almenar-Queralt A, Shah SB, et al. Pathophysiology Associated with Traumatic Brain Injury: Current Treatments and Potential Novel Therapeutics. Cell Mol Neurobiol. mayo de 2017;37(4):571-85.
4. Popernack ML, Gray N, Reuter-Rice K. Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury in Children: Complications and Rehabilitation Strategies. J Pediatr Health Care. 2015;29(3):e1-7.
5. Puntis M, Smith M. Critical care management of adult traumatic brain injury. Anaesthesia & Intensive Care Medicine [Internet]. 1 de mayo de 2017 [citado 14 de mayo de 2022];18(5):233-8. Disponible en: [https://www.anaesthesiajournal.co.uk/article/S1472-0299\(17\)30048-6/fulltext](https://www.anaesthesiajournal.co.uk/article/S1472-0299(17)30048-6/fulltext)
6. 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 [Internet]. 1 de agosto de 2014 [citado 14 de mayo de 2022];13(8):844-54. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422\(14\)70120-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422(14)70120-6/fulltext)
7. Dewan MC, Rattani A, Gupta S, Baticulon RE, Hung YC, Punchak M, et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. Journal of Neurosurgery. abril de 2019;130(4):1080-97.
8. Reis C, Wang Y, Akyol O, Ho WM, Li RA, Stier G, et al. What's New in Traumatic Brain Injury: Update on Tracking, Monitoring and Treatment. International Journal of Molecular

Sciences [Internet]. junio de 2015 [citado 14 de mayo de 2022];16(6):11903-65. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/16/6/11903>

9. Najem D, Rennie K, Ribocco-Lutkiewicz M, Ly D, Haukenfrers J, Liu Q, et al. Traumatic brain injury: classification, models, and markers. *Biochem Cell Biol.* agosto de 2018;96(4):391-406.

10. Wintermark M, Sanelli PC, Anzai Y, Tsiouris AJ, Whitlow CT, Druzgal TJ, et al. Imaging Evidence and Recommendations for Traumatic Brain Injury: Conventional Neuroimaging Techniques. *Journal of the American College of Radiology.* febrero de 2015;12(2):e1-14.

11. Menon DK, Maas AIR. Progress, failures and new approaches for TBI research. *Nat Rev Neurol* [Internet]. febrero de 2015 [citado 14 de mayo de 2022];11(2):71-2. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrneurol.2014.261>

12. Marehbian J, Muehlschlegel S, Edlow BL, Hinson HE, Hwang DY. Medical Management of the Severe Traumatic Brain Injury Patient. *Neurocrit Care* [Internet]. 1 de diciembre de 2017 [citado 14 de mayo de 2022];27(3):430-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12028-017-0408-5>

13. 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.* noviembre de 2015;157(11):2033-8.

14. Dulanto_jm.pdf [Internet]. [citado 25 de marzo de 2020]. Disponible en: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/1287/Dulanto_jm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. Jiménez-Aguilar DP, Montoya-Jaramillo LM, Benjumea-Bedoya D, Castro-Álvarez JF, Jiménez-Aguilar DP, Montoya-Jaramillo LM, et al. Traumatismo craneoencefálico en niños. Hospital General de Medellín y Clínica Somer de Rionegro, 2010-2017. *Iatreia* [Internet]. 2020 [citado 7 de marzo de 2022];33(1):28-38. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-07932020000100028&lng=en&nrm=iso&tlng=es

16. Ali Ali B, Fortún Moral M, Belzunegui Otano T, Reyero Díez D, Castro Neira M, Ali Ali B, et al. Escalas para predicción de resultados tras traumatismo grave. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* [Internet]. 2017 [citado 7 de marzo de 2022];40(1):103-18. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1137-66272017000100103&lng=es&nrm=iso&tlng=es

17. Mahadewa T, Saputra A, Ryalino C. La puntuación revisada modificada de Trauma-Marshall como una herramienta propuesta para predecir el resultado de una lesión cerebral traumática moderada y grave - PubMed. Open Access Emerg Med [Internet]. 2018 [citado 7 de marzo de 2022];8(10):135-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30349408/>
18. Assamadi M, Benantar L, Ait El Qadi A, Abou El Hassan T, Aniba K. [Epidemiological aspects and prognostic factors of severe traumatic brain injuries]. Neurochirurgie [Internet]. 2021;67(6):571-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33901522/>
19. Erlebach R. Age-related outcome of patients after traumatic brain injury: a single-center observation - PubMed. Minerva Anesthesiol [Internet]. 2017 [citado 7 de marzo de 2022];83(11):1169-77. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28643996/>
20. Jonsdottir GM, Lund SH, Snorraddottir B, Karason S, Olafsson IH, Reynisson K, et al. A population-based study on epidemiology of intensive care unit treated traumatic brain injury in Iceland. Acta Anaesthesiol Scand [Internet]. 2017;61(4):408-17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28194757/>
21. Silva PF, Silva AS da, Olegário WKB, Furtado BMASM. Caracterização das vítimas de traumatismo encefálico que evoluíram para morte encefálica. Revista Cuidarte [Internet]. 5 de septiembre de 2018 [citado 9 de julio de 2022];9(3):2349-60. Disponible en: <https://revistas.udes.edu.co/cuidarte/article/view/565>
22. Tunthanathip T, Phuenpathom N. Traumatic cerebrovascular injury: Prevalence and risk factors - PubMed. Am J Emerg Med [Internet]. 2020 [citado 7 de marzo de 2022];38(2):182-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30737001/>
23. Chelly H, Ammar R. Clinical characteristics and prognosis of traumatic head injury following road traffic accidents admitted in ICU «analysis of 694 cases» - PubMed. ur J Trauma Emerg Surg [Internet]. 2019 [citado 7 de marzo de 2022];45(2):245-53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29234838/>
24. Charry J, Tejada J, Ochoa J. Predicted Unfavorable Neurologic Outcome Is Overestimated by the Marshall Computed Tomography Score, Corticosteroid Randomization After Significant Head Injury (CRASH), and International Mission for Prognosis and Analysis of Clinical Trials in Traumatic Brain Injury (IMPACT) Models in Patients with Severe Traumatic Brain Injury Managed with Early Decompressive Craniectomy - PubMed. World Neurosurg [Internet]. 2017 [citado 7 de marzo de 2022];101(1):554-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28223249/>

25. Emami P, Fritzsche F, Westphal M. Impact of Glasgow Coma Scale score and pupil parameters on mortality rate and outcome in pediatric and adult severe traumatic brain injury: a retrospective, multicenter cohort study - PubMed. J Neurosurg [Internet]. 2017 [citado 7 de marzo de 2022];126(3):760-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27035177/>
26. Liu C, Xiao X, Li T. Clinical predictors of prognosis in patients with traumatic brain injury combined with extracranial trauma - PubMed. Int J Med Sci [Internet]. 2021 [citado 7 de marzo de 2022];18(7):1639-47. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33746580/>
27. Khaki D, Hietanen V, Corell A. Selection of CT variables and prognostic models for outcome prediction in patients with traumatic brain injury - PubMed. Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet]. [citado 7 de marzo de 2022];29(1):94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34274009/>
28. Asim M, El-Menyar A, Parchani A, Nabir S, Ahmed MN, Ahmed Z, et al. Rotterdam and Marshall Scores for Prediction of in-hospital Mortality in Patients with Traumatic Brain Injury: An observational study. Brain Inj [Internet]. 2021 [citado 7 de marzo de 2022];35(7):803-11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34076543/>
29. Osis SL, Diccini S. Incidence and risk factors associated with pressure injury in patients with traumatic brain injury. Int J Nurs Pract [Internet]. 2020 [citado 7 de marzo de 2021];26(3):e12821. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31994827/>
30. Rafay M, Gulzar F, Iqbal N. Prognostic computed tomography Scores in traumatic brain injury - PubMed. Clin Neurol Neurosurg [Internet]. 2020 [citado 7 de marzo de 2022];1(1):57-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32485552/>
31. Ali Ali B, Fortún Moral M, Belzunegui Otano T, Reyero Díez D, Castro Neira M, Ali Ali B, et al. Escalas para predicción de resultados tras traumatismo grave. Anales del Sistema Sanitario de Navarra [Internet]. 2017 [citado 7 de marzo de 2022];40(1):103-18. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1137-66272017000100103&lng=es&nrm=iso&tlng=es
32. Perez C. Plan de cuidados del paciente con traumatismo craneoencefálico grave - Revista Electrónica de Portales Medicos.com. Revista Electrónica de Portales Medicos [Internet]. 2020 [citado 7 de marzo de 2022];15(10):40-3. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/plan-de-cuidados-del-paciente-con-traumatismo-craneoencefalico-grave/>

33. Ramírez EM, Calderón CH. Generalidades de Trauma Cráneo Encefálico en Medicina Legal. *Medicina Legal de Costa Rica* [Internet]. 2017 [citado 7 de julio de 2022];34(1):10. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v34n1/2215-5287-mlcr-34-01-147.pdf>
34. Charry JD, Cáceres JF, Salazar AC, López LP, Solano JP. Trauma craneoencefálico. Revisión de la literatura. *revchilneurocir*. 5 de septiembre de 2019;43(2):177-82.
35. Ricardez L, González M, Lopez E, Garay F. Rotterdam vs. Marshall; Comparación de Predictores de Desenlace en Traumatismo Craneoencefálico Mediante Tomografía Computarizada. *Rev Med Uas* [Internet]. 2021 [citado 7 de marzo de 2021];11(2). Disponible en: <http://hospital.uas.edu.mx/revmeduas/articulos/v11/n2/craneo.pdf>
36. Nagesh M, Patel KR, Mishra A, Yeole U, Prabhuraj AR, Shukla D. Role of repeat CT in mild to moderate head injury: an institutional study. *Neurosurg Focus* [Internet]. 1 de noviembre de 2019 [citado 7 de marzo de 2022];47(5):E2. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31675712/>
37. Burda JE, Bernstein AM, Sofroniew MV. Astrocyte roles in traumatic brain injury. *Experimental Neurology* [Internet]. 1 de enero de 2016 [citado 7 de julio de 2022];275:305-15. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014488615000898>
38. Munakomi S. A comparative study between Marshall and Rotterdam CT scores in predicting early deaths in patients with traumatic brain injury in a major tertiary care hospital in Nepal. *Chin J Traumatol* [Internet]. 2016 [citado 7 de marzo de 2022];19(1):25-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27033268/>
39. Elkbuli A, Shaikh S, McKenney K, Shanahan H, McKenney M, McKenney K. Utility of the Marshall & Rotterdam Classification Scores in Predicting Outcomes in Trauma Patients. *J Surg Res* [Internet]. 2021 [citado 7 de marzo de 2022];264:194-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33838403/>