

Hallazgos por tomografía computada en pacientes con trauma craneoencefálico, su relación con la evolución clínica y cálculo del edema cerebral

Dra. María Celeste Uscanga Carmona,*
Dr. José Arturo Castillo Lima,** Dr. Gerardo Arroyo Mayorga***

* Residente del Curso y Especialización en Radiodiagnóstico de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad.

** Jefe de la Subsección de Tomografía Computada del Hospital Central Militar.

*** Médico adscrito al Servicio de Neurocirugía del Hospital Central Militar.
Departamento de Radiología e Imagen. Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN

Antecedentes. En México, el trauma craneoencefálico (TCE) es la cuarta causa de muerte después de las enfermedades crónico degenerativas, enfermedades cardíacas y el cáncer. El edema cerebral, que es hallazgo frecuente en pacientes con trauma, se evalúa subjetivamente en los estudios de imagen.

Objetivo. Establecer un cálculo de edema cerebral en pacientes con trauma craneoencefálico y su correlación con la evolución clínica.

Método. Se efectuó un estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal, realizado de septiembre 2003 a mayo 2004. Se realizó estudio de tomografía computada (TC) a 21 pacientes sanos entre los 15-40 años y a 35 pacientes entre los 15-45 años, que ingresaron al Servicio de Urgencias del Hospital Central Militar por presentar trauma craneoencefálico. Para realizar el análisis estadístico se aplicó la prueba de análisis de varianza de una sola vía.

Resultados. De un total de 35 pacientes en las edades referidas, la edad promedio fue de 25 años. Diez correspondieron al sexo femenino (29%) y 25 del sexo masculino (71%). Relación hombre: mujer 2:1.

Los militares en activo son los que con más frecuencia ingresaron (57%). La causa que motivó el trauma fue, en orden de frecuencia, el vehículo automotor (atropellado o accidentado). La cuantificación de edema cerebral por tomografía computada de acuerdo con la evolución, se establece como edema cerebral leve 7-22 puntos, edema cerebral moderado 13-16 puntos y edema cerebral severo cuando los valores por tomografía fueron menores de 12 puntos.

Los hallazgos tomográficos asociados fueron hematoma parenquimatoso (28 %), en primer lugar.

Conclusiones. Los hallazgos por tomografía computada se relacionan con la evolución clínica de los pacientes. Por tomografía computada se considera edema cere-

Findings using TC in patients with cranioencephalic trauma related to the clinical evolution and quantification of cerebral edema.

ABSTRACT

Background. In Mexico, the cranial trauma is the cause number four of death after chronic-degenerative, cardiac and cancer diseases. It's very common to find brain swelling in patients with cranial trauma.

Objective. To establish a quantification of cerebral edema in patients with cranial trauma and its correlation with the clinical evolution.

Method. The thesis is based on a descriptive, longitudinal and prospective study performed between September 2003 and may 2004. TC study was applied to 21 healthy patients between 15-40 years old and a group of 35 patients between 15-45 years old, who arrived to the urgency department in the Hospital Central Militar affected by cranial trauma. One-way variance tool was used to develop the statistic analysis.

Results. Average age of 25 years old was the result of a group of 35 patients in the age range previously mentioned. The most relevant results of the analysis are as follows:

- These injuries occur more in male (71%) and the complement with the female group.
- Group of military men in service represents the highest number of patients with cranial trauma (57%).
- Car accidents represent the highest cause of the trauma.
- Quantification by TC establishes light brain swelling (17-22 points), Quantification by TC establishes moderate brain swelling (13-16 points) and quantification by TC establishes critical brain swelling (< 12 points).
- Most frequent finding using TC was parenchymal hematoma (28%).

Conclusions. Findings using TC are related to the clinical

bral leve 17 a 22 puntos, edema cerebral moderado 13-16 y edema cerebral severo menor a 12.

Palabras clave: Edema cerebral, traumatismo craneoencefálico, tomografía computada.

cal evolution. Quantification by TC establishes light brain swelling (17-22 points), quantification by TC establish moderate brain swelling (13-16 points) and Quantification by TC establishes critical brain swelling (< 12 points).

Key words: Brain swelling, cranioencephalic trauma, computer tomography.

INTRODUCCIÓN

El trauma craneoencefálico es en la actualidad un problema de salud pública a nivel mundial, México no es la excepción. En los Estados Unidos es la tercera causa de mortalidad, mientras que en México es la 4a. causa después de enfermedades cardíacas, crónico-degenerativas y el cáncer.¹

INCIDENCIA

La mayor incidencia se ha observado en niños y jóvenes, siendo el rango de edad entre los 15 a 24 años; con más afección del sexo masculino, en una relación 2:1 en comparación con el sexo femenino.

ORIGEN

Las causas más frecuentes de trauma craneal son los que se presentan en vehículo automotor (35%), caídas (33%), por asalto, heridas por proyectil de arma de fuego, en algunos deportes y actividades recreativas.²

CINÉTICA DEL TRAUMA

Los mecanismos del trauma cerebral que explican el daño cerebral son:

1. Impacto con objeto en movimiento, contra la cabeza detenida.
2. Impacto con la cabeza en movimiento, contra objeto detenido.
3. Impacto con movimiento rotacional del cráneo, este último es el responsable de las lesiones más severas y difusas del cerebro.

Las lesiones encefálicas de los pacientes con TCE han sido clasificadas en dos categorías principales:

1. Lesiones primarias (focales o difusas).
2. Lesiones secundarias (focales o difusas).

Los dos mecanismos básicos de lesión traumática del encéfalo son las heridas por lesiones penetrantes y las lesiones no penetrantes.³

El edema cerebral postraumático puede ocurrir secundario a hiperemia cerebral, edema cerebral o la combinación de ambos. El edema cerebral es resultado del incremento del contenido de agua, sobre todo, en la sustancia blanca.

El hallazgo precoz más frecuente es el borramiento del patrón de surcos superficiales y disminución del espacio subaracnoideo en las cisternas de la base. En particular, la cisterna supraselar y perimesencefálica.^{2,8}

En TC el cerebro que tiene edema es hipodenso, con pérdida de la diferenciación entre la sustancia gris y blanca. Se identifica compresión ventricular y borramiento del patrón de surcos y circunvoluciones. Además existe disminución de las dimensiones de las cisternas de la base y puede llegar a observarse colapso del sistema ventricular.

FISIOPATOLOGÍA

La fisiopatología del edema cerebral postraumático es materia de controversia. Tomando en cuenta la rápida instauración del mismo, inicialmente existe un incremento del volumen sanguíneo cerebral y vasodilatación, por lo que probablemente es el mecanismo en la formación del edema.⁵

El edema cerebral difuso de un hemisferio cerebral se desarrolla en los primeros 20-30 minutos después del trauma. Sin embargo, el edema cerebral grave suele desarrollarse en las 24-48 hrs posteriores al mismo. La densitometría y la tomografía dinámica en estados tempranos del trauma permite identificar al edema cerebral difuso como causa del aumento de volumen del hemisferio y ser el responsable de la evolución fatal, en su gran mayoría, de los pacientes con traumatismo craneoencefálico severo.^{3,4,6,7}

HEMODINAMIA CEREBRAL

El cerebro es dependiente de oxígeno (O₂) y glucosa, emplea cerca de 15-20% de O₂ y aproximadamente requiere 25% del gasto cardíaco. El flujo sanguíneo cerebral en condiciones normales es de 55 mL/100 g/min. Cuando el flujo disminuye a 30-35 mL/100 g/min se produce acidosis. Si el flujo disminuye a

20 mL/100 g/min se alteran los potenciales evocados del tallo cerebral, pero cuando el flujo es menor a 18 mL/100 g/min se produce isquemia cerebral. La forma más severa de lesión se produce cuando el flujo cerebral es menor a 15 mL/100 g/min, en este momento se presenta daño celular irreversible.⁹⁻¹¹

En 1967 Klatzo describió dos tipos de edema: vasogénico y citotóxico. Una tercera categoría fue descrita por Fishmann, en 1975, como edema intersticial en la hidrocefalia obstructiva.¹¹

Edema vasogénico

Es la forma más común de edema cerebral, se produce por incremento en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica. Son causa de este tipo de edema los tumores cerebrales, abscesos, infarto o hemorragia, trauma (contusión) y meningitis purulenta.

Los hallazgos por TC son:

1. Disminución en la densidad de la sustancia blanca.
2. Edema primeramente en la sustancia blanca.
3. Efecto de masa con compresión ventricular.
4. Indentaciones del edema cerebral en forma de "hoja de palma" en el espesor de la sustancia gris.

Edema citotóxico

Está estrechamente relacionado con edema neuronal, glial y de las células endoteliales, con una reducción del espacio extracelular. En anoxia, las células se hinchan por falla de la bomba de sodio. El sodio se acumula dentro de la célula y el agua también se mantiene intracelular para estar en equilibrio.

Las causas más frecuentes son hipoxia e intoxicación hídrica.

Los hallazgos por TC son:

1. Efecto de masa difuso, con compresión ventricular bilateral e hipodensidad difusa de ambos hemisferios cerebrales.
2. No existe reforzamiento con la aplicación del medio de contraste.
3. Compromiso de la sustancia gris subcortical.

Edema intersticial

Es el resultado de incremento de agua en la sustancia blanca subcortical, secundario a hidrocefalia obstructiva. Existe una acumulación de líquido periventricular, por deficiencia en la absorción normal del LCR.

La TC muestra deficiencia en la absorción transependimaria, manifestado por hipodensidad periventricular.

En la actualidad la Escala de Coma de Glasgow (ECG) es el sistema popular para cuantificar el estado neurológico de los pacientes con trauma. Es fácil de calcular y tiene una baja variabilidad interobservadora.

La Escala de Coma de Glasgow establece que el TCE leve se denomina cuando los valores son de 15-13, TCE moderado cuando los valores son de 12-9 y TCE severo si los valores son menores de 8.¹⁷

TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTADA

Con la introducción de la tomografía computada por Hounsfield y Ambrose, en 1973, la metodología y la exploración neurorradiológica del enfermo afectado en el SNC se ha modificado notablemente.¹⁴

Aunque la cuantificación de 15 en la ECG no excluye lesión demostrable por tomografía (valor predictivo negativo 90.7%), una disminución de la misma está relacionada con alta incidencia de lesiones⁴ (Cuadro 1).

Un sistema de clasificación para los hallazgos tomográficos del cráneo en pacientes con trauma ha sido propuesto por Marshall, este sistema de clasificación tiene valor predictivo cuando se usa en pacientes con TCE severo¹² (Cuadro 2).

Cuadro 1. Indicaciones para realizar una tomografía en pacientes con trauma craneoencefálico.¹

- Escala de Glasgow menor de 15.
- Signos clínicos de fractura de base de cráneo o fracturas deprimidas más de 1 cm.
- Todas las lesiones penetrantes de cráneo.
- Anisocoria o pupilas midriáticas.
- Déficit neurológico focal o generalizado.
- Padecimiento de diátesis hemorrágicas en el paciente con trauma.
- Pérdida del estado de alerta mayor de cinco minutos.
- Amnesia anterógrada.

Cuadro 2. Sistema de clasificación de Marshall para hallazgos por TC en trauma craneoencefálico.¹³

Categoría	Definición
Lesión difusa I	Sin evidencia de patología en la TC
Lesión difusa II	Cisternas visibles, con desplazamiento de la línea media de 0-5 mm y/o (1) lesiones densas presentes (2) lesión hiperdensa o mixta pero < 25 ml (3) fragmentos óseos o cuerpo extraño presente.
Lesión difusa III	Cisternas comprimidas o ausentes con desplazamiento de la línea media de 0-5 mm, lesiones isodensas o mixtas en un volumen >25 ml
Lesión difusa IV	Desplazamiento de la línea media mayor a 5 mm, sin evidencia franca de lesiones en un volumen >25 ml

Cuadro 3. Escala de Cuantificación del edema cerebral por tomografía computada.

Característica	Valor
• Visibilidad de los surcos del vértex (D/I) (En tres cortes tomográficos a nivel del vértex)	3/3 (6)
• Visibilidad de la línea interhemisférica	(1)
• Visibilidad de la cisterna de Silvio (D/I)	1/1 (2)
• Visibilidad de las cisternas <i>ambiens</i> (D/I)	1/1 (2)
• Visibilidad de la cisterna prepontina	(1)
• Visibilidad de la cisterna interpeduncular	(2)
• Identificación de la diferenciación entre las sustancias.	(1)
• Densidad de la sustancia blanca en la cápsula interna (D/I)	1/1 (2)
• Densidad de la sustancia blanca en centros semiovais (D/I)	1/1 (2)
• Dimensiones de las astas frontales de ventrículos laterales (D/I) (en el corte axial donde se observa la cabeza del núcleo caudado)	1/1 (2)
• Dimensión del 3er. ventrículo (en el corte axial donde se identifican los ganglios basales)	(1)
Calificación total:	22

Densidad de la sustancia blanca(HU)	Centros semiovais	(25)
	Cápsula interna	(24)
Dimensiones ventriculares(mm):	3er. Ventrículo	(3.5)
	Ventrículos laterales	(3.8)

MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios de imagen se realizaron en el equipo Somaton Sensation de Siemens 16 serie 50252 multicorte, software Somaris 5 de la Subsección de Tomografía Computada del Hospital Central Militar.

Se hicieron cortes axiales cada 4 mm de la base a la convexidad en ventana para parénquima cerebral y hueso, en fase simple únicamente (Cuadro 3).

Los resultados se reportan con valores de 1, 2, 3 y la suma final, en el que la puntuación máxima es de 22 puntos y en orden descendente



Figura 1. Cisterna prepontina.



Figura 2. Cisterna *ambiens* derecha e izquierda.

entre más hallazgos patológicos hubo en la tomografía.

Así mismo, se registró la desviación de la línea media y el volumen de las colecciones

con el fin de aplicar la Clasificación de Marshall.

Se realizaron las mediciones mostradas en las figuras la 8.

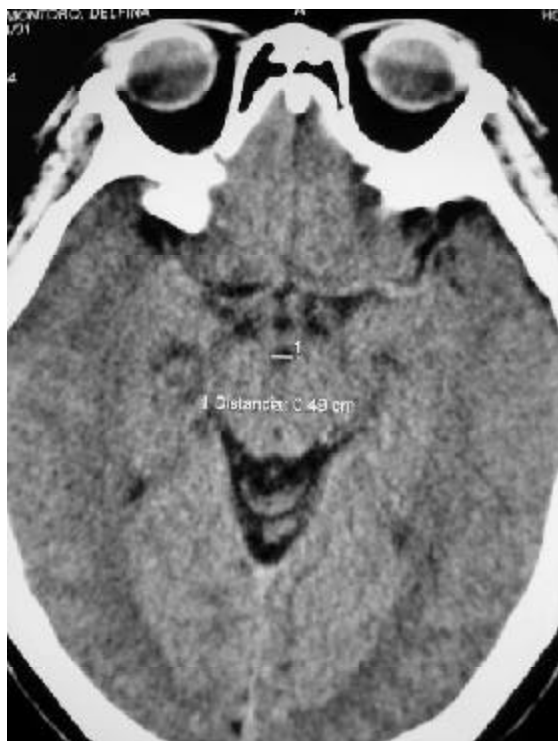


Figura 3. Cisterna interpeduncular.



Figura 4. 3er. ventrículo y cisternas de Silvio.



Figura 5. Ventricúlos laterales.



Figura 6. Densidad cápsula interna.

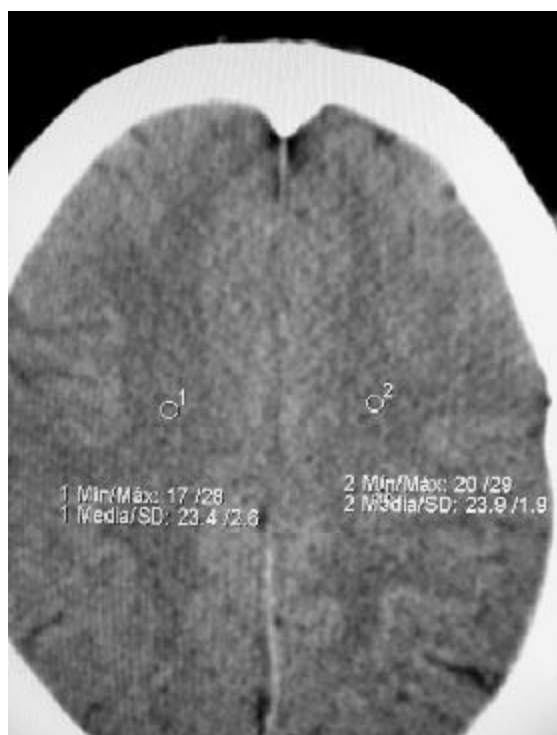


Figura 7. Densidad centros semiovais.

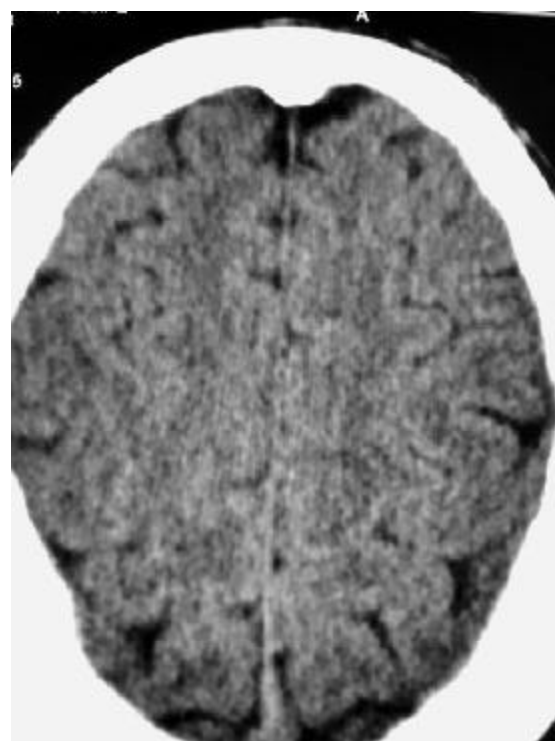


Figura 8. Surcos del vértex y línea interhemisférica.

RESULTADOS

De los 35 pacientes del grupo de estudio, la edad promedio fue de 25 años. Diez correspondieron al sexo femenino (29 %) y 25 del sexo masculino (71%).

Relación hombre: mujer 2:1 (Cuadro 4).

El mecanismo de lesión más frecuente fue el vehículo automotor (accidente o atropellado); en segundo lugar, la caída de superficie; y en último lugar, la caída de altura y las contusiones por asalto (Figura 9).

En el TCE leve la agrupación mayor fue entre los 17-22 puntos. El TCE moderado de 13-16 puntos y el TCE severo menos de 12 puntos por TC. Así mismo, se observa que en los grupos de TCE moderado y leve algunos pacientes se dispersan. Se presentan los valores obtenidos en 26 pacientes, en virtud de que hay pacientes que tienen la misma puntuación (Figura 10).

La cuantificación del edema por TC sigue la mis-

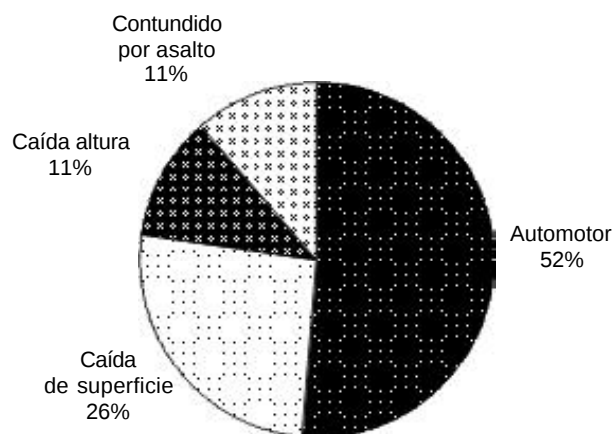


Figura 9. Mecanismos de lesión en TCE.

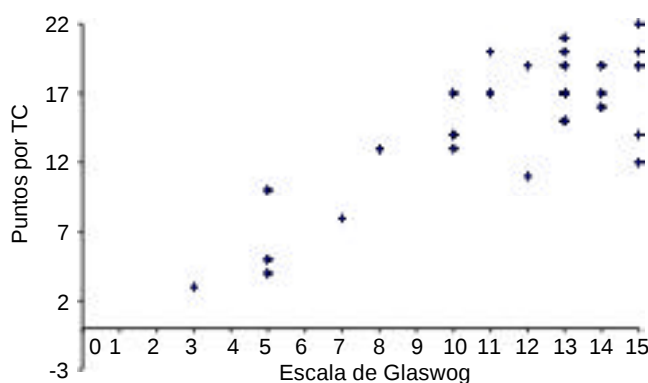


Figura 10. Relación de la Escala de Coma de Glasgow con la puntuación del edema cerebral por tomografía computada.

Cuadro 4. Rango de edad de los pacientes con trauma craneoencefálico.

Rango de edades	No. pacientes	%
15-24 años	19	54
25-34	11	31
35-44	3	9
45-50	2	6
Total	35	

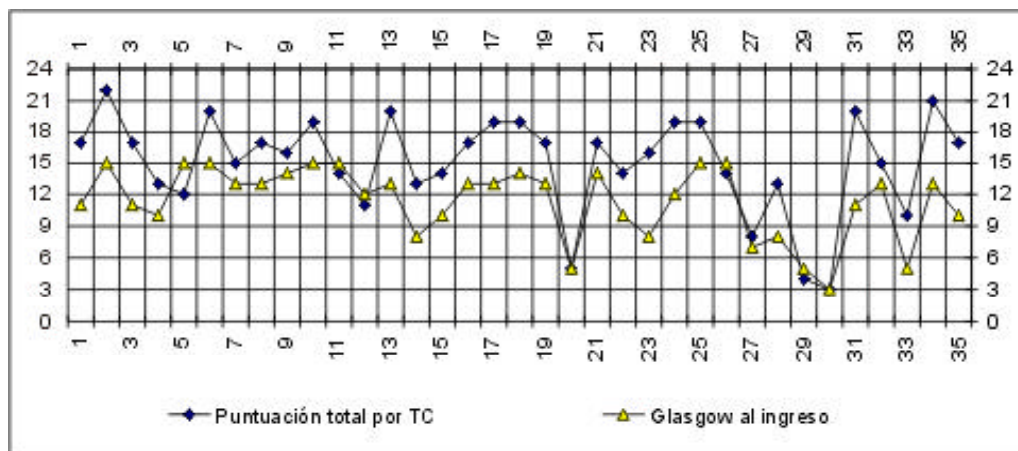


Figura 11. Relación de la Escala de Glasgow con la puntuación del edema cerebral por tomografía computada.

ma morfología de la escala de coma de Glasgow, sin poder correlacionarlas entre sí, identificando que existe mayor correlación cuando la escala de Glasgow es menor de 8 y por tomografía son menores a 13. El análisis estadístico entre estos dos parámetros indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos mediciones (Figura 11).

La introducción de la clasificación de Marshall en la interpretación de las tomografías permite identificar con fines predictivos la evolución clínica de los pacientes. Se muestra que mientras menor es la categoría, la gran mayoría evoluciona satisfactoriamente y fueron egresados y tuvieron menos días de encame.

En la categoría III los pacientes tienen un pronóstico de 60% de fallecer, según los datos obtenidos en el presente estudio (Figura 12).

De los 35 pacientes del grupo de estudio se identificaron hallazgos en 26 pacientes (74.2%), de los cuales el porcentaje mayor fue para la presencia de hematoma parenquimatoso (28%), seguido por un porcentaje similar entre las fracturas y hematomas subdurales (22%), hematoma subgaleal (14%), hemorragia subaracnoidea (11%) y el hematoma epi-

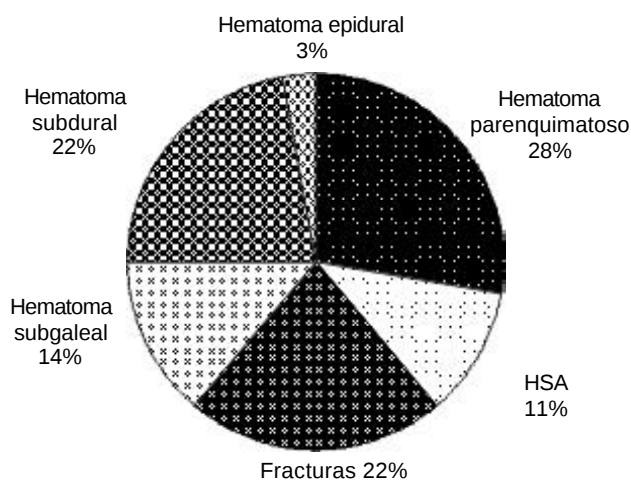


Figura 13. Porcentaje de hallazgos tomográficos en TCE.

dural sólo se presentó en 3% de los pacientes (Figura 13).

DISCUSIÓN

El TCE es en la actualidad un problema de salud pública a nivel mundial. México no es la excepción. En los Estados Unidos es la tercera causa de mortalidad, mientras que en México es la 4a causa después de enfermedades cardíacas, crónico-degenerativas y el cáncer.

En la interpretación de las TC de cráneo, en la actualidad no existe un sistema que clasifique el edema cerebral por su severidad, por lo que se intentó con este trabajo establecer un rango para cuantificarlo. Con los resultados obtenidos se establece que el edema cerebral leve evaluado por TC tiene valores de 17-22, edema cerebral moderado de 13-16 y edema cerebral severo de 12.

De las manifestaciones de edema cerebral que presentaron diferencia estadística con el grupo control son cisternas *ambiens* derecha e izquierda, cisterna

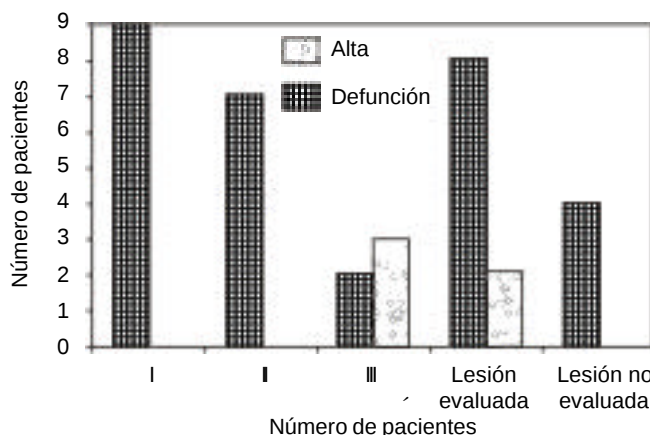
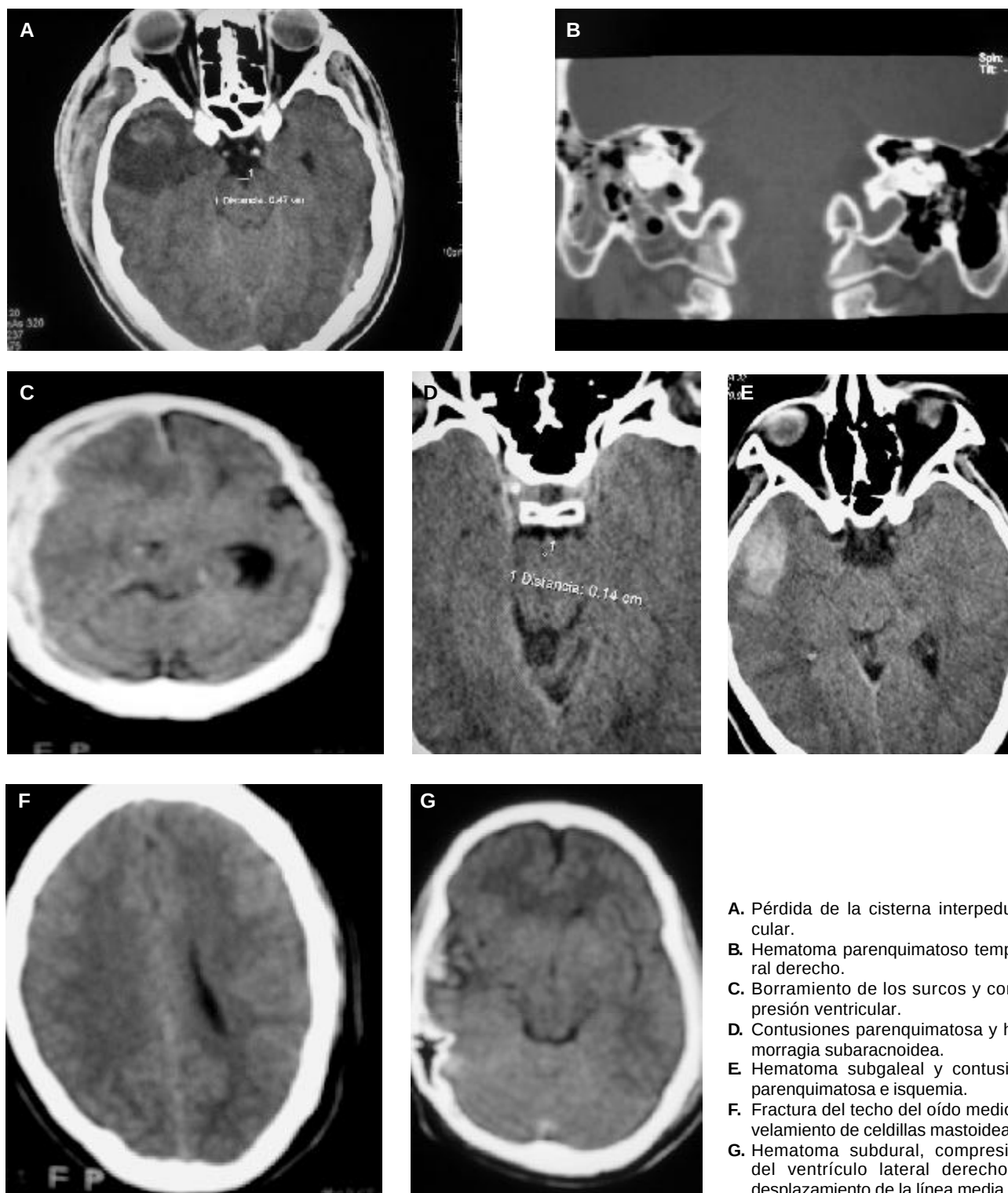


Figura 12. Correlación de la evolución del paciente con la escala de Marshall.



- A. Pérdida de la cisterna interpeduncular.
- B. Hematoma parenquimatoso temporal derecho.
- C. Borramiento de los surcos y compresión ventricular.
- D. Contusiones parenquimatosas y hemorragia subaracnoidea.
- E. Hematoma subgaleal y contusión parenquimatosas e isquemia.
- F. Fractura del techo del oído medio y velamiento de celdillas mastoideas.
- G. Hematoma subdural, compresión del ventrículo lateral derecho y desplazamiento de la línea media.

Figura 14. Imágenes de tomografía computada que muestran los hallazgos encontrados en los pacientes de trauma.

interpeduncular, 3er. ventrículo, ventrículos laterales, línea interhemisférica y circunvoluciones del vértex.

La escala de Glasgow y la clasificación de Marshall son de utilidad para establecer inicialmente el estado clínico del paciente, identificar qué pacientes van a evolucionar favorable o desfavorablemente

y si hay relación de éstas con la cuantificación del edema cerebral.

Así como se publica en la literatura mundial, en nuestros pacientes el rango de edad de 15-24 años, jóvenes, del sexo masculino, y como causa principal de lesión el vehículo automotor.

REFERENCIAS

1. Chi SE, Go J. CT of head trauma. *Neuroimaging Clin North Am* 1998; 8: 525-39.
2. Farin A, Deutsch R, Biegon A, et al. Sex-related differences in patients with severe head injury: greater susceptibility to brain swelling in female patients 50 years of age and younger. *J Neurosurgery* 2003; 98: 32-6.
3. Hardman JM, Manoukian A. Pathology of head trauma. *Neuroimaging Clin North Am* 2002; 12: 175-87.
4. Diaconis J, Rao K, et al. CT in head trauma: a review. *J Comput Tomogr* 1980; 4(4): 261-70.
5. Lobato R, Sarabia R, Cordobes F, et al. Posttraumatic cerebral hemispheric swelling. *J Neurosurgery* 1988; 68: 417-23.
6. Greenberg JO. Neuroimaging in Brain Swelling. *Neurologic Clinic* 1984; 2(4): 677-94.
7. Ito U, Tomita H, Yamazaki S, et al. Brain swelling and brain edema in acute head injury. *Acta Neurochir* 1986; 79: 120-4.
8. Kobrine AI, Timmins E, Rajjoboub RK, et al. Demonstration of massive traumatic brain swelling within 20 minutes after injury. Case Report. *J Neurosurgery* 1977; 46: 256-8.
9. Young R, Destian S. Imaging of traumatic intracranial hemorrhage. *Neuroimaging Clin North Am* 2002; 12: 189-204.
10. Miller CE, Derlet WR, Kinser D. Minor head trauma: is computed tomography always necessary? *Critical Emergency of Medicine* 1999; 27(2): 286-98.
11. Miller CE, Derlet WR, Kinser D. Glasgow Coma Score and CNS trauma. *Annals of Emergency Medicine* 1996; 27(3): 290-310.
12. Marshall LF, et al. A new classification of head injury based on computerized tomograph. *J Neurosurgery* 1991; 75(Suppl.): S14-20.
13. Marshall L, Donald MD, Becker P, et al. The National Traumatic Coma Data Bank. Part 2. design, purpose, goals and results. *J Neurosurgery* 1983; 59: 276-84.
14. Marshall L, Toole B, Bowers S. The National Traumatic Coma Data Bank. Part 2. Patients who talk and deteriorate: implication for treatment. *J Neurosurgery*; 59: 285-8.
15. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. A practical scale. *Lancet* 1975; 1: 480-4.
16. Trujillo ME. Trauma craneoencefálico. *SVELECE* 1998.
17. Marshall L, Donald MD, Becker P, et al. The National Traumatic Coma Data Bank. Part 1. Design, purpose, goals and results. *J Neurosurgery* 1983; 59: 276-84.

Recibido: Agosto 17, 2004.
Aceptado: Diciembre 20, 2004.