

CONTUSIONES CEREBRALES. CRITERIOS NEURORRADIOLÓGICOS.

Como debe evaluarse una contusión, medirse su volumen y diferenciarlas de las laceraciones cerebrales

Laura Frascheri, Cristina Auger, Àlex Rovira

Unidad de Neurorradiología

Servicio de Radiología

Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona

Introducción

Actualmente, en una gran parte de países occidentales, los traumatismos craneoencefálicos (TCE) constituyen la primera causa de muerte e incapacidad de personas jóvenes, dato que reporta un elevado, aunque no bien estudiado, coste sanitario, social y económico.

No obstante, en la última década se ha producido una importante reducción de la morbi-mortalidad de los pacientes con un TCE grave (Escala de Coma de Glasgow ≤ 8).

A ello ha contribuido la generalización neuroradiología mediante tomografía computarizada (TC) que es la técnica diagnóstica de elección en la fase aguda del TCE.

La TC constituye una herramienta fundamental debido a que:

- proporciona información anatómica del parénquima cerebral.
- permite la ubicación exacta de las lesiones, su número, tipo y volumen.
- permite una estimación bastante precisa del pronóstico del paciente.
- conjuntamente con la evaluación clínica del paciente incide en la conducta terapéutica a seguir: observación, neuromonitorización intensiva o tratamiento quirúrgico.

1.1 CONTUSIONES CEREBRALES. CONCEPTO, EPIDEMIOLOGIA

Las contusiones cerebrales (CC) son lesiones corticales de necrosis y hemorragias petequiales múltiples, al principio perivasculares, que afectan de forma predominante las crestas de las circunvoluciones, pero que pueden extenderse a través del córtex y alcanzar la sustancia blanca subcortical. Cuando son petequiales tienden a confluir para conformar focos hemorrágicos de mayor tamaño y a menudo se hacen más evidentes pasadas 24 o 48 hs después del traumatismo inicial. Desde un punto de vista radiológico pueden presentar un aspecto en el que predomine el componente hemorrágico, el componente edematoso, o, como ocurre en la mayor parte de las ocasiones, presentar un aspecto mixto (Figura 1).

Por su situación superficial y afectación de la piamadre, suelen acompañarse de hemorragia subaracnoidea, o cuando el sangrado es más profuso, de una colección subdural.

El término *contusión* se reserva para las lesiones en las que se mantiene la integridad de la duramadre.

Laceración implica, por el contrario, una herida con interrupción de la duramadre y el parénquima cerebral, las cuales se acompañan de heridas visibles de la cabeza y fracturas de cráneo.

Un concepto importante a considerar es el de “estallido de lóbulo”. Se denomina así a la coexistencia de un hematoma subdural y una contusión cortical. El estallido es indicativo de un trauma craneal grave, con un comportamiento evolutivo más agresivo.

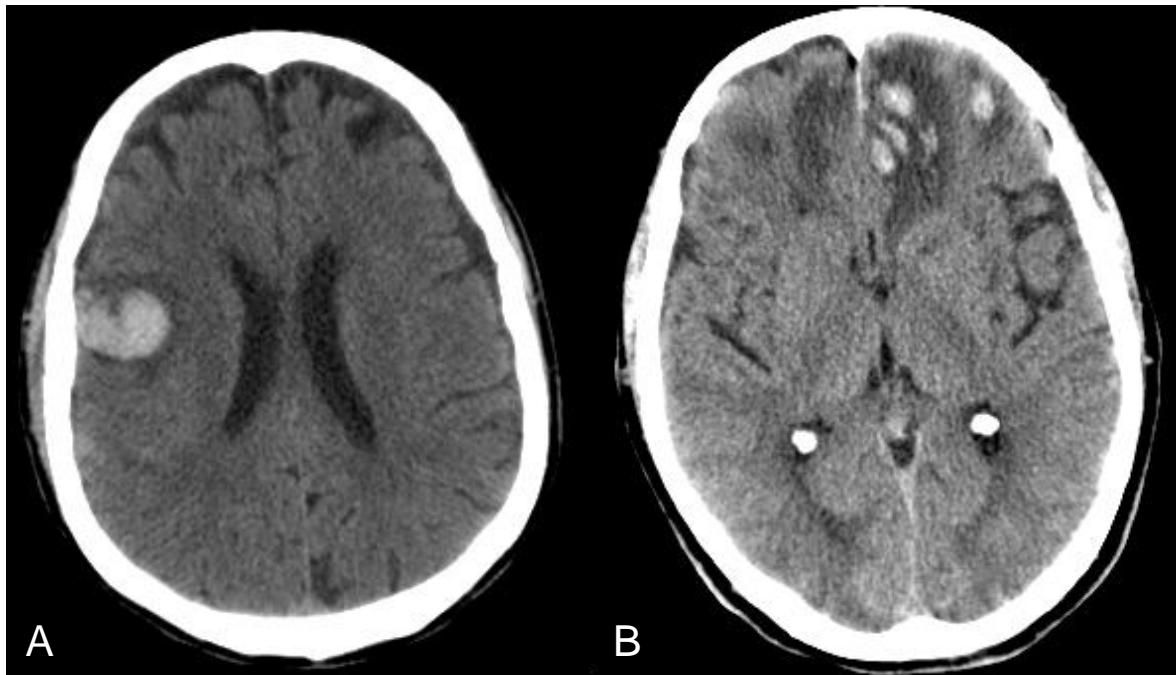


Figura 1. A: Contusión frontal derecha predominantemente hemorrágica. B: Contusión de aspecto mixto (hemorragia + edema)

1.2 FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS

Desde un punto de vista biomecánico y en el contexto de los TCE, las CC pueden originarse a partir de fenómenos de impacto directo (fracturas craneales), a partir de fenómenos de aceleración-desaceleración, provocadas por el impacto del encéfalo contra un saliente óseo o pliegue rígido de la duramadre, o pueden ser secundarias a una herniación cerebral. El edema circundante suele ser de naturaleza vasogénica en la etapa inicial del traumatismo y en las contusiones de gran volumen puede extenderse a zonas distantes y no lesionadas del hemisferio cerebral.

Dado que las CC se originan en el momento del impacto, se definen como lesiones primarias. Sin embargo, se trata de lesiones muy dinámicas que suelen evolucionar, aumentar de tamaño y pueden acabar comprometiendo y afectando al tejido circundante. Esta evolución y crecimiento posteriores les otorga un carácter de lesión secundaria y por tanto, un carácter lesivo potencialmente evitable o tratable. (Figura.2)

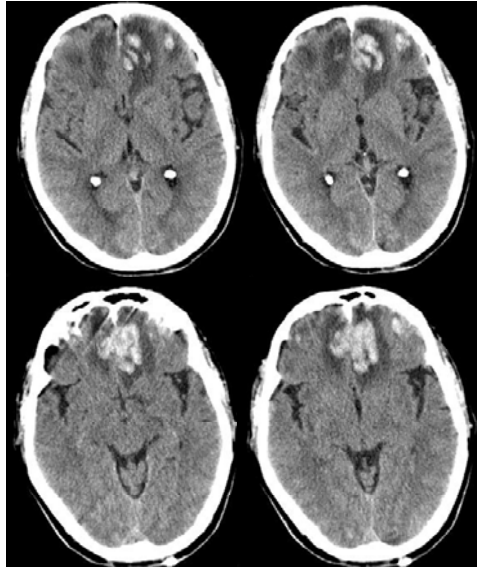


Figura 2. A. TC craneal de ingreso donde se observa una contusión frontobasal bilateral de predominio izquierdo. B. TC de 24 horas del ingreso donde se observa un marcado aumento del tamaño de la contusión hemorrágica

1.3 EDEMA ASOCIADO A LAS CONTUSIONES

Las contusiones suelen asociarse a edema cerebral focal o difuso y la extensión de dicho edema es también un factor importante que justifica el compromiso neurológico en la fase aguda o subaguda de la evolución de un hematoma intracerebral.

El edema que circunda al componente hemorrágico en las contusiones, aparece en las primeras 24 a 48 horas posteriores al traumatismo craneal y se relaciona con incrementos progresivos de la presión intracraneal (PIC), efecto de masa, desviación de la línea media, isquemia y deterioro clínico.

Este edema circundante a las contusiones puede exceder el volumen del componente hemorrágico e incluso alcanzar el 200%. Es conocido que la extensión del edema desarrollado en la periferia de un hematoma parenquimatoso agudo se correlaciona con el volumen del hematoma, pero lo que no suele haber son cuantificaciones de la extensión del edema o de su relación con el volumen del componente hemorrágico. En este contexto se han planteado algunas interrogantes, aún sin respuesta, sobre la relación de la extensión del edema con la causa de la hemorragia o la importancia de determinar el volumen del edema y/o su gravedad en el resultado final del paciente.

1.4 VOLUMEN DE LAS LESIONES HEMORRÁGICAS FOCALES EN EL TCE

El volumen de las lesiones focales hemorrágicas intracraneales constituye un factor independiente predictivo de mal pronóstico. Desde la introducción de la TC en el contexto del TCE ha sido posible determinar la importancia pronóstica del volumen de las lesiones hemorrágicas con efecto de masa.

Para estas lesiones se ha establecido un volumen crítico, a partir del cual producen alteraciones clínicas o de la presión intracraneal, que oscila entre 15 y 25 ml. La clasificación de lesiones en el TCE según los hallazgos de la TC, propuesta por Marshall et. al. y ampliamente difundida, define la lesión focal clínicamente significativa, como aquella con un volumen superior o igual a los 25 ml (Tabla 1).

Grado	Tipo de lesión	TC craneal
	Lesión encefálica difusa Tipo I	Sin patología craneal visible en el TC
II	Lesión encefálica difusa Tipo II	Cisternas presentes y desviación de línea media entre 0-5 mm y/o: - lesiones focales hiperdensas/ densidad mixta < 25 ml - Fragmentos óseos o cuerpos extraños
III	Lesión encefálica difusa tipo III	Cisternas comprimidas o ausentes y desviación de línea media entre 0-5 mm y/o: No existen lesiones hiperdensas o mixtas >25 ml.
IV	Lesión encefálica difusa Tipo IV	Desviación de línea media >5mm Pueden haber lesiones focales hiperdensas o mixtas < 25 ml
V	Lesión focal evacuada	Cualquier lesión focal evacuada quirúrgicamente
VI	Lesión focal no evacuada	Presencia de lesión hiperdensa o mixta >25ml o evacuada quirúrgicamente

Tabla 1. Categorías diagnósticas de las lesiones observadas en la TC craneal. Clasificación del TCDB

1.4.1 MÉTODOS DE CÁLCULO DE VOLUMEN

La determinación del volumen de los hematomas intracraneales en la evaluación del paciente con TCE, no es habitual en la práctica diaria, a pesar de la implicación pronóstica de este parámetro. La estimación del volumen de estas lesiones suele realizarse en trabajos de investigación, en los cuales se estudia de manera específica. Las publicaciones al respecto han demostrado su importancia pronóstica en la evolución final del paciente con TCE, fundamentalmente, cuando se evalúa conjuntamente con otras variables clínicas y radiológicas como la Escala de Coma de Glasgow, el desplazamiento de la línea media y la obliteración de las cisternas basales, entre otras.

Actualmente, desde el punto de vista radiológico, es posible realizar complejos análisis volumétricos de forma automática, con reconstrucciones tridimensionales en TC y RM, pero en la práctica lo frecuente es hacer valoraciones del volumen de estas estructuras por extrapolación a partir de estudios bidimensionales.

La selección del método de determinación del volumen de las lesiones debe ser de fácil aplicación, rápida de realizar y que ofrezca un grado razonable de exactitud tanto en la medición volumétrica como en su capacidad de diagnosticar los umbrales de volumen establecidos.

En la literatura se describen diferentes procedimientos para la medida del volumen, dentro de los que se encuentran:

- los basados en el cálculo de los diámetros máximos
- fórmulas del volumen de un cubo o un paralelepípedo
- cálculos trigonométricos del área
- método del elipsoide o ABC/2
- método estimador directo de Cavalieri
- método del círculo mejor ajustado
- método del recorte de piezas de papel
- métodos asistidos por ordenador

Los métodos asistidos por ordenador, por su precisión, son considerados el “*gold standard*” y son usados a menudo en investigación, cuando son necesarios cálculos exactos del volumen. No obstante, a causa de su laboriosidad y requerimientos (disponibilidad de una estación de trabajo, entrenamiento

previo y tiempo empleado), estos métodos son poco útiles y engorrosos en la cabecera del paciente y en las situaciones de urgencias donde la toma de decisiones debe ser rápida y simple.

El método del elipsoide, por su parte es uno de los más empleados, ya que es simple, rápido de aplicar y ofrece estimaciones del volumen lesional que se corresponden adecuadamente con los valores reales, y es el que utilizamos en la práctica diaria.

Este método se basa esencialmente en asemejar una lesión focal intracraneal a un elipsoide y usa una simplificación de la fórmula de cálculo del volumen de este cuerpo geométrico para estimar el volumen lesional.

1.4.2 MÉTODO DEL ELIPSOIDE (ABC/2)

En la práctica clínica, el volumen de las lesiones focales intracraneales puede ser estimado de manera rápida usando una simplificación de la fórmula de cálculo del volumen de un elipsoide.

Esta se expresa del siguiente modo:

Volumen = $\frac{4}{3} \pi ab^2$ o Volumen = $\frac{4}{3} \pi abc$, donde a, b y c corresponden a los radios en tres dimensiones. Aunque esta fórmula es relativamente simple y fácil de usar, puede ser reducida a la forma **ABC/2**, donde A, B y C representan los diámetros de la lesión, sustituyendo los radios (a, b y c) y por sus respectivos diámetros (A, B y C) divididos entre 2, la fórmula puede simplificarse así:

$$V = \frac{4}{3} \pi (A/2)(B/2)(C/2) = \frac{12,5}{24} (ABC) = 0,52 ABC = 0,5 ABC = ABC/2$$

Este es el método conocido como ABC/2 o método del elipsoide simplificado (Figura 3). En la patología neurológica fue descrito inicialmente por Tada y Kwak y desde entonces, su uso ha sido una práctica relativamente común por parte de los clínicos

A, B y C corresponden a cada uno de los diámetros “máximos” de la lesión (longitud, grosor y altura) y el volumen total es el producto de los 3 diámetros dividido entre 2. Esta técnica requiere solo dos mediciones directamente sobre el plano axial tomográfico y la determinación del primer y último corte en los cuales se evidencia la lesión. Es posible realizarla en un tiempo menor a 10 minutos.

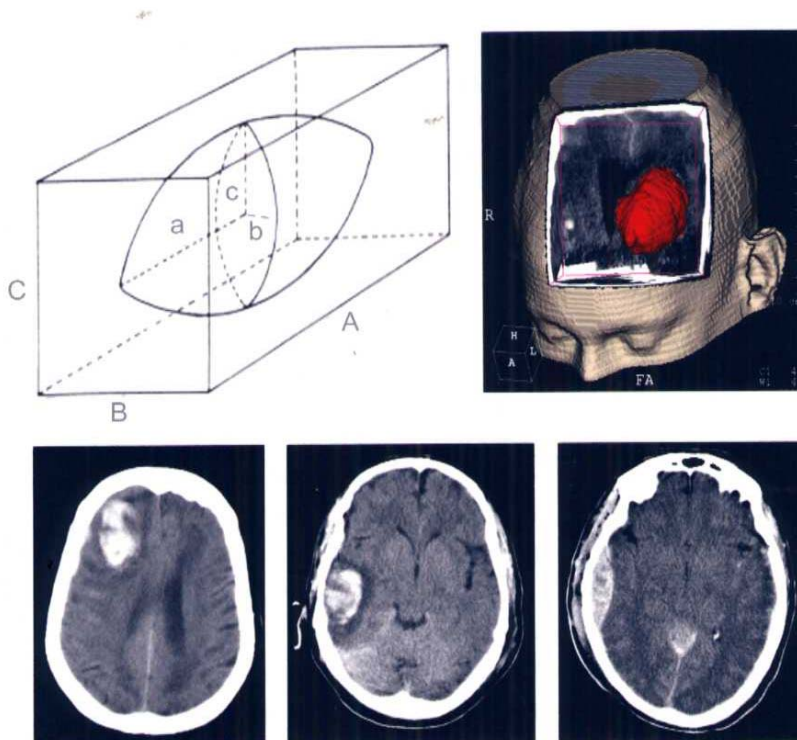


Figura 3. Semejanza morfológica de algunas lesiones focales intracraneales con un elipsoide. Los hematomas intraparenquimatosos y extradurales son los que más se asemejan. La fórmula de cálculo de volumen en este cuerpo geométrico es $\text{Volumen} = \frac{4}{3}\pi abc$, donde a, b y c son los radios en tres dimensiones, o $\text{Volumen} = \frac{4}{3}\pi (A/2)(B/2)(C/2)$ donde A, B, C, son los diámetros respectivos. La fórmula simplificada se deduce a $ABC/2$. (Cortesía de la Dra. Mayli Lung Suárez)

En la aplicación del método del elipsoide se han observado variaciones en su forma de aplicación, específicamente en los criterios de selección de los diámetros longitudinal y transverso de la lesión y en el cálculo de su altura o diámetro cráneo-caudal.

En este sentido la mejor alternativa es la que considera la medición del diámetro A como la longitud máxima de la lesión; el diámetro B como la máxima medida trazada perpendicular al diámetro A; y el diámetro C como el resultado de la sustracción del parámetro de posición de la camilla entre el último y primer corte donde se observe la lesión (Figura 4).

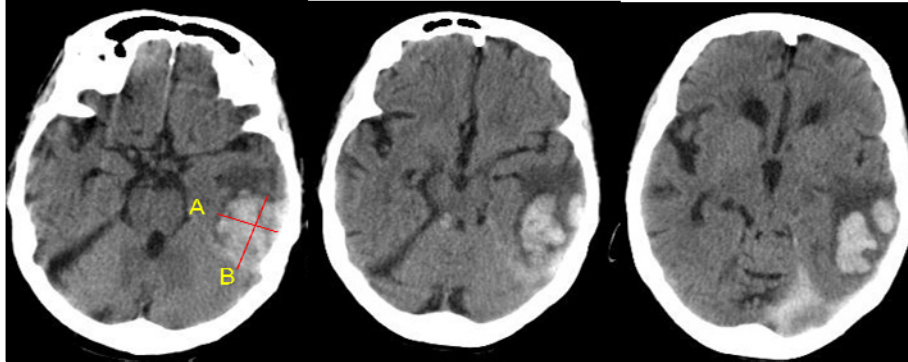


Figura 4. Estimación del volumen del componente hemorrágico de una contusión cerebral traumática utilizando el método ABC/2. Se selecciona el corte donde se observa el área de hemorragia de mayor tamaño. El diámetro A es la longitud máxima del área hiperdensa y en el mismo corte se determina la longitud máxima perpendicular (B). El diámetro cráneo caudal (C) se calcula mediante sustracción de los valores de la posición de la camilla del primer y último corte donde se visualiza la lesión

1.4.3 MÉTODOS ASISTIDOS POR ORDENADOR

Cuando se busca determinar con exactitud y fiabilidad el volumen de estructuras anatómicas o lesiones intracraneales en TC, generalmente con fines de investigación clínica, el método descrito con más frecuencia es el método planimétrico asistido de programas informáticos, con los cuales, de forma semiautomática y sin necesidad de segmentación de la imagen, se determina el área una región de interés (ROI) en copias de imágenes digitalizadas de la TC craneal, y más recientemente sobre los datos de imágenes originales. Luego, conociendo el área de la ROI y el grosor de corte se obtiene el cálculo del volumen.

1.5 CONCEPTO DE CARGA LESIONAL O VOLUMEN LESIONAL TOTAL

Debido a que los hematomas intracraneales son una complicación común del TCE, no es infrecuente observar, independientemente de su grado de severidad, la coexistencia de múltiples lesiones focales de localización extra e intra axial, lo cual influye en el pronóstico del paciente.

En general, en la TC craneal de los pacientes con TCE, cuando se evalúa el volumen lesional, se tiende a considerar las lesiones focales de mayor tamaño, generalmente únicas, y se concede menor importancia al resto de lesiones de menor tamaño que no alcanzan de forma aislada un volumen crítico, pero que valoradas conjuntamente muchas veces lo superan.

No existen estudios clínicos o neurorradiológicos en pacientes neurotraumáticos que analicen la importancia de la carga lesional (o volumen lesional total) definida como la suma del volumen de todas las lesiones focales hemorrágicas objetivable en un estudio de TC craneal de un determinado paciente.

El cálculo de este parámetro puede ser importante en la TC inicial y en las TC de control. En estas últimas, el incremento del volumen hemorrágico de una lesión y la aparición de lesiones

hemorrágicas diferidas, pueden modificar la carga lesional y conducir a reclasificar las TC de control con una categoría de la clasificación del TCDB inicial y condicionar por lo tanto, cambios significativos en la conducta terapéutica.

En la literatura referente al TCE no se ha encontrado referencia al tema y son escasos los estudios relacionados. Uno de ellos es el trabajo de Adams et al., de contusiones cerebrales en piezas anatomopatológicas. Para valorar estas lesiones consideraron todas las localizadas en diversas zonas del cerebro de un mismo paciente, previamente delimitadas, y basándose en los criterios de extensión y profundidad determinados macro y microscópicamente, calcularon el denominado Índice Contusional (IC) (Figura 5).

Este índice no es más que una descripción en términos cuantitativos de las contusiones que orienta sobre su gravedad y los mecanismos de producción del traumatismo

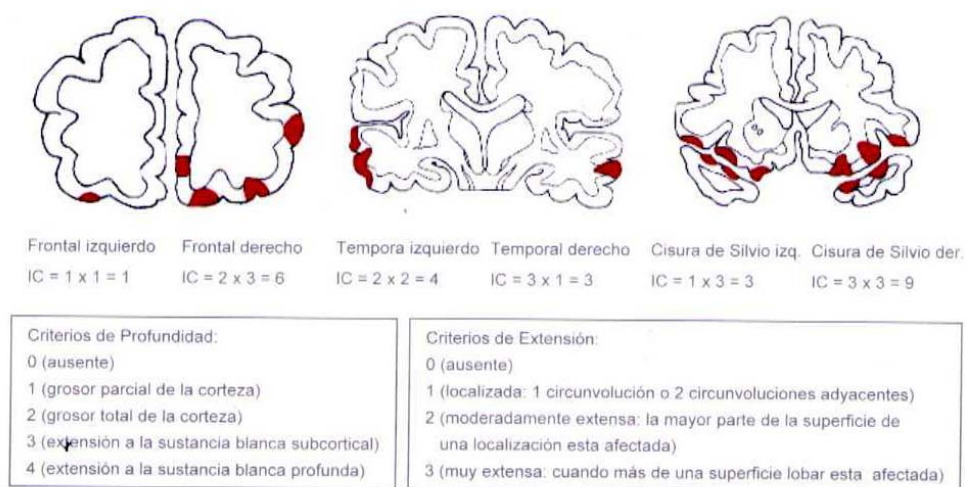


Figura 5. Índice Contusional (IC): Diagramas de los cortes coronales de los hemisferios cerebrales que muestran como se obtiene este parámetro. Se parte de 6 localizaciones anatómicas: lóbulos frontal, temporal, parietal y occipital, la corteza de la cisura de Silvio y el cerebelo. Las contusiones se representan en rojo. El IC en cada localización se obtiene multiplicando la profundidad (primer dígito) por la extensión (2º dígito). El rango puede oscilar de 0 (ausencia de contusiones) a 12 (contusiones extensas y profundas). El IC total del cerebro es la suma de los IC de todas las localizaciones señaladas. *Basado en el original de Adams et al.*

1.6 VALORACIÓN VOLUMÉTRICA DEL COMPONENTE EDEMATOSO DE LAS CONTUSIONES

Una de las complicaciones adicionales de las contusiones es el desarrollo de edema perilesional. La importancia clínica del volumen del edema con relación a la mortalidad o morbilidad de la hemorragia intraparenquimatosa traumática no ha sido determinada. Los estudios sobre las características del edema perilesional hacen referencia a aspectos como: las características del fluido sanguíneo en esta área, el contenido de agua tisular perihemorrágica (por la determinación del coeficiente de difusión aparente en RM), su extensión, de manera subjetiva en términos cualitativos, y pocas veces a la cuantificación de su extensión.

La mayoría de los autores coinciden en la importancia de medir el volumen de ambos componentes (hemorrágico y edematoso) para el estudio de las contusiones.

No tenemos conocimiento sobre estudios que empleen el método ABC/2 u otros métodos simplificados de aplicación directa sobre la imagen TC para la medición del edema, lo que probablemente se debe al hecho de que el edema perilesional es difícil de identificar.

CONCLUSIONES

1. Para la medida exacta del volumen de las contusiones cerebrales el método de elección es el digitalizado. Sin embargo, en la práctica clínica diaria, dada la duración y complejidad de una determinación del volumen asistida por ordenador, cualquiera de las variaciones del método es una alternativa suficientemente fiable.
2. El método del elipsoide o ABC/2 es la mejor alternativa para la estimación del volumen de las lesiones focales traumáticas, incluyendo el edema perilesional asociado, siempre y cuando sea posible precisar a simple vista en la TC el límite externo de este componente.
3. En el paciente con TCE y lesiones focales hemorrágicas múltiples en la TC, el cálculo de la carga lesional o volumen lesional total puede ser realizado mediante la suma de sus volúmenes, estimados con la aplicación del método ABC/2, representando un parámetro de potencial relevancia clínica.

REFERENCIAS

1. Marshall LF, Marshall SB, Klauber MR, et al. A new Classification of head injury based on computerized tomography. *J Neurosurg* 1991; 75: S14-S20.
2. Marshall LF, Toole BM, Bowers SA. The National Traumatic Coma Data Bank. 2: patients who talk and deteriorated: Implications for treatment, *J Neurosurg* 1983.
3. Adams JH, Graham DI, et al. Brain damage in fatal non missile head injury, *J Clin Pathol* 1980; 1132-1145.
4. Adams JH, Doyle D, Graham DI, et al. The contusion index: a reappraisal in human and experimental non-missile head injury, *Neuro Appl Neurobiol*, 1985; 11:299-308.
5. Alexander MJ, Martin NA, Khanna M, et al. Regional cerebral Blood flows trends in head injured patients with focal contusions and cerebral edema. *Acta neurochir suppl (Wien)* 1994; 60:479-481.
6. Dent DL, Croce MA, Menke PG, et al. Prognostic factors after acute subdural haematoma. *J trauma* 1995; 39: 36-43.
7. Disler DG, Marr DS, Rosenthal DI. Accuracy of volume measurements of Computer Tomography and Magnetic Resonance imaging phantoms by three-dimensional reconstruction and preliminary clinical application. *Invest Radiol* 1994; 29 (8): 739-745.
8. Gentry LR. Imaging of closed head injury. *Radiology* 1994; 191: 1-17.
9. Katayama Y, Tsubokawa T, Miyazaki S, et al. Oedema fluid formation within contused brain tissue as a cause of medically uncontrollable elevation of intracranial pressure: the role of surgical therapy. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1990; 51: 308-310.
10. Kwak R, Kadoya S, Suzuki T. Factors affecting the prognosis in thalamic hemorrhage. *Stroke* 1983; 14 (4): 493-500.285-288.
11. Tada A, Hisada K, Suzuki T, Kadoya S. Measurement volume of intracranial hematoma by computed tomography. *Neurological Surgery (Tokyo, Japanese, English abstract)*, 1981; 9: 251-256.