

## Pronóstico de empeoramiento tomográfico significativo en pacientes con traumatismo craneoencefálico

### Prognosis of significant tomographic worsening in patients with cranio-encephalic traumatism

Dr. C Ariel Varela Hernández; Dr. Kafui Tamakloe; Dr. Iván Junior Paucar Calderón; Dr. Sergio Silva Adán; Dr. Roberto Medrano García

Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camagüey. Cuba.

---

#### RESUMEN

**Fundamento:** la realización del monitoreo imagenológico estructural del encéfalo mediante tomografía computarizada de cráneo secuencial es una práctica establecida, aunque se realiza de forma heterogénea en los diferentes contextos por no existir toda la evidencia necesaria para dictar estándares.

**Objetivo:** determinar los factores predictivos de cambio tomográfico significativo en los pacientes con traumatismo craneoencefálico.

**Métodos:** se practicó un estudio cuasi-experimental con todos los lesionados craneales hospitalizados y que fueron estudiados al menos en dos ocasiones en el mismo ingreso con tomografía computarizada de cráneo. Se realizó la sistematización de las indicaciones de la tomografía secuencial, su aplicación y después la evaluación del comportamiento de variables mediante estadística exploratoria, prueba de la  $\chi^2$ , ANOVA y regresión logística.

**Resultados:** se estudiaron 84 pacientes y el 16,7 % de la muestra mostró cambios tomográficos significativos en los estudios secuenciales. El grupo de enfermos más relacionados con estos cambios fue el que presentó síntomas persistentes con Marshall inicial III o IV. Las principales variables involucradas en el pronóstico fueron los mecanismos de alta velocidad en la producción del traumatismo, los síntomas persistentes y el puntaje de Rotterdam inicial.

**Conclusiones:** en la aplicación del protocolo para la realización de tomografía computarizada secuencial de cráneo en estos lesionados es fundamental tener en cuenta si el mecanismo de producción fue de alta velocidad, la persistencia de los síntomas de los pacientes y la elevación del puntaje de Rotterdam en la tomografía inicial.

**DeCS:** TRAUMATISMOS CRANEOCEREBRALES; PRONÓSTICO; TOMOGRAFÍA; EPIDEMIOLOGÍA EXPERIMENTAL.

---

## ABSTRACT

**Background:** the carrying out of the structural imaging study of the brain through a sequential computerized tomography of brain is an established practice although it is conducted in a heterogeneous way in different contexts since there does not exist all the evidence necessary to set the standards.

**Objective:** to determine the predictive factors of significant tomographic change in patients with cranio-encephalic traumatism.

**Method:** a quasi-experimental study was conducted with all the cranial-injured patients who had been studied at least twice during the same hospitalization period through a computerized tomography of brain. The systematization of the orders of the sequential tomography, its application, and afterwards the evaluation of the behavior of the variables through an exploratory statistic, the  $\chi^2$  test, ANOVA, and logistic regression, were made.

**Results:** eighty-four patients were studied and the 16.7 % of the sample showed significant tomographic changes in the sequential studies. The patients group that presented persistent symptoms with initial Marshall III or IV was more related to these changes. The main variables involved in the prognosis were the high-speed

mechanisms in the appearance of the traumatism, the persistent symptoms, and the initial Rotterdam score.

**Conclusions:** when applying the protocol for the carrying out of the sequential computerized tomography of brain in these patients it is really important to take into consideration the persistence of the symptoms of the patients, the increase of the Rotterdam score in the initial tomography, and if the mechanism of appearance was a high-speed one or not.

**DeCS:** CRANIOCEREBRAL TRAUMA; PROGNOSIS; TOMOGRAPHY; EPIDEMIOLOGY, EXPERIMENTAL.

---

## INTRODUCCIÓN

El advenimiento de las técnicas neuroimagingológicas de avanzada ha dado un giro al proceso de atención de los pacientes con traumatismo craneoencefálicos (TCE). En este sentido el arsenal tecnológico actual cuenta ya con novedosas técnicas de resonancia magnética, estudios de flujo sanguíneo cerebral por imagen; como es el caso del Doppler transcraneal, tomografía computarizada con xenón estable, tomografía de emisión de fotones simple y tomografía de emisión de positrones, así como imágenes funcionales como la magnetoencefalografía.<sup>1-4</sup>

A pesar de lo anterior, debido a su mayor disponibilidad, la evolución tecnológica de los equipos que ha elevado la sensibilidad y disminuido el tiempo de realización del examen a pocos minutos, así como la suficiencia de la información obtenida a partir del mismo para tomar las decisiones terapéuticas en la fase aguda de la atención de los lesionados craneales, provocan que la tomografía computarizada (TC) de cráneo se mantenga como el examen neuroimagingológico más practicado en la fase aguda de estos enfermos.<sup>5</sup>

Debido al carácter dinámico de la lesión traumática del encéfalo,<sup>6,7</sup> la realización de estudios con TC de cráneo secuenciales ha mostrado utilidad en un grupo de estos

traumatizados, en aras de llevar a cabo intervenciones terapéuticas oportunas;<sup>8</sup> aunque por otro lado esto ha llevado en ocasiones al abuso del examen, hecho que va en detrimento de la calidad de la atención médica al liberar sobre los enfermos y el medio ambiente radiaciones ionizantes y por la posibilidad de dificultar la disponibilidad de los equipos. Probablemente, como en muchos otros campos de la medicina y la neurotraumatología, lo más recomendable sea la adopción de protocolos basados en la evidencia científica y adaptado a los contextos locales.

Es en este sentido cobra importancia la determinación de las variables que puedan pronosticar el empeoramiento tomográfico significativo desde el punto de vista terapéutico para optimizar el uso de la TC secuencial, aspecto que constituye el objetivo fundamental de este trabajo.

## MÉTODOS

Se practicó un estudio cuasiexperimental con los pacientes que sufrieron TCE ingresados en el Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech de Camagüey, desde el 1ro de julio de 2011 hasta el 31 de enero de 2013. Del universo de 690 pacientes atendidos por TCE, se escogió una muestra de forma no probabilística (n= 84) que incluyó a todos los pacientes que cumplieron con los siguientes criterios:

1. Pacientes hospitalizados en la institución rectora de la investigación por haber presentado un TCE. Debido a la naturaleza de dicha institución todos los enfermos presentaron edad superior a los 18 años.
2. Pacientes que fueron estudiados con TC de cráneo en el momento del ingreso y al menos una vez de forma evolutiva, durante el propio período de hospitalización.

Se excluyeron del estudio todos los pacientes que por cualquier causa no pudieron ser evaluados, al menos en dos ocasiones, con la TC craneal para la evolución del TCE.

Todos los enfermos estudiados fueron atendidos de acuerdo al protocolo vigente en el servicio de neurocirugía de la institución hospitalaria antes referida. El mismo contempló la realización de TC de cráneo en el servicio de urgencias a todos los pacientes que sufrieron un TCE y que mantuvieron una escala de coma de Glasgow

menor de 15 puntos por un período mínimo de dos horas después del mismo, o con un Glasgow de 15 puntos si se acompañó de: signos focales o irritativos del encéfalo, fractura craneal, trastornos de la coagulación o tratamiento con anticoagulantes o mecanismo intenso del traumatismo.

Se trataron quirúrgicamente mediante craneotomía evacuadora o descompresiva los pacientes con trauma craneal cerrado que mostraron una escala tomográfica de Marshall de IV (si el puntaje de Glasgow fue menor o igual a 8) o V, y aquellos con trauma craneal penetrante; para la decisión quirúrgica en el caso de las lesiones focales de los lóbulos temporales se consideró también el estado de las cisternas perimesencefálicas ipsolaterales a la lesión. Se empleó el monitoreo continuo de la presión intracraneal (PIC) de acuerdo a las recomendaciones vigentes mundialmente. Los criterios usados para la realización de TC secuencial de cráneo fueron discutidos y aprobados por el colectivo docente-asistencial del servicio de neurocirugía donde se desarrolló el estudio, los mismos se sistematizaron de la forma siguiente:

1. Secuencia puntual: en cualquier momento que se detectó disminución de al menos un punto en la escala de Glasgow, aparición de un nuevo signo focal o deterioro de los parámetros de la dinámica intracraneal cuando se monitoreó la PIC.

2. Secuencia temprana (período de 8 a 12 horas de la TC inicial): en pacientes que no hubieran requerido tratamiento quirúrgico (incluyó la colocación de catéter intracraneal para monitoreo de la PIC), con TC de cráneo inicial realizada antes de las primeras seis horas del traumatismo (TC precoz). Pacientes con TC precoz que se mantenían sedados, con Glasgow menor a ocho puntos, con trastornos de la coagulación o tratados con anticoagulantes.

1. Secuencia habitual (a las 72 horas de la TC inicial): pacientes con Glasgow inicial menor de 14 puntos en los que no se registró una mejoría clínica según lo esperado, pacientes con escala de Marshall II o III en la TC inicial o como control posoperatorio.

No se consideraron candidatos para la realización de TC secuencial los lesionados que se mantuvieron con un Glasgow superior a 13 puntos, con TC de cráneo inicial grado I de acuerdo a la clasificación de Marshall y que mostraron mejoría clínica según lo esperado.

Los estudios tomográficos de cráneo fueron analizados en colectivo por varios especialistas del servicio de neurocirugía del citado hospital, incluyendo a los investigadores.

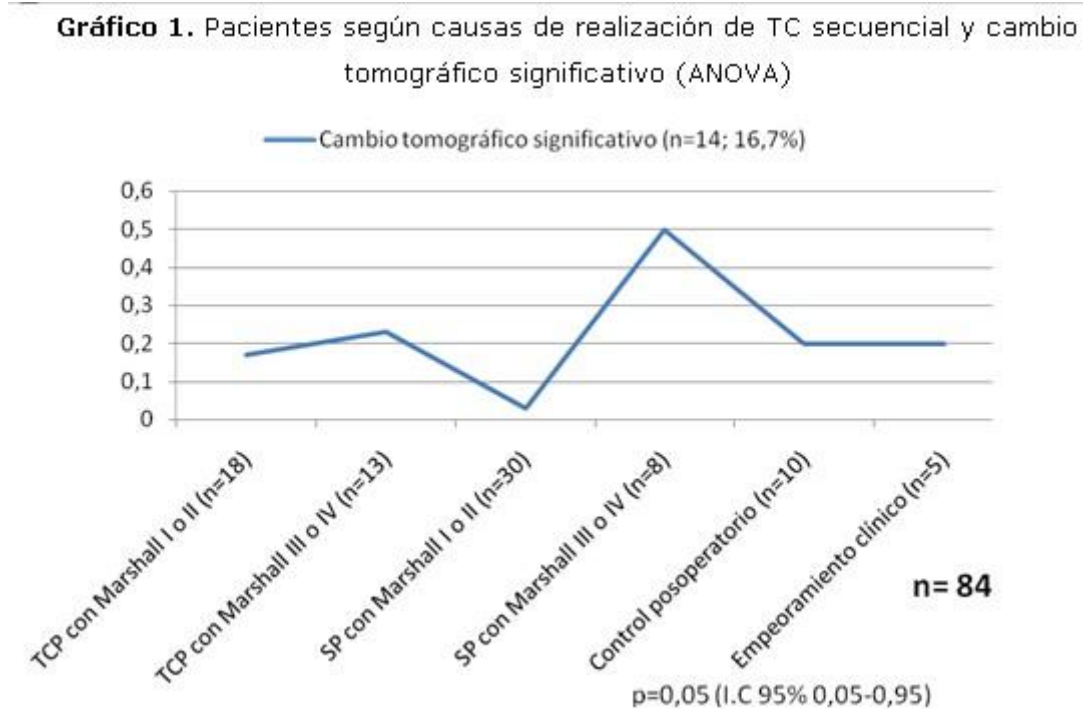
Para cada paciente estudiado se llenó un formulario de forma sistemática por los investigadores que incluyó una serie de variables que se muestran operacionalizadas: grupos de edades (15-30=1, 31-46=2, 47-61=3, 62-76=4, más de 77=5), sexo (femenino=1, masculino=2), antecedentes patológicos personales (no=0, enfermedades crónicas compensadas=1, alcoholismo=2), mecanismo del trauma (cerrado de baja velocidad=1, cerrado de alta velocidad=2), atención prehospitalaria (no necesaria=0, adecuada=1, no adecuada=2), síntomas al ingreso (no=0, cefalea y vértigos=1, amnesia peritraumática=2, vómitos=3, agitación=4, convulsión=5), Glasgow inicial (15-14=1, 13-9=2, menos de 9 puntos=3), signos al ingreso (no=0, epistaxis o equimosis=1, asimetría de reflejos=2, rigidez nucal=3, defecto motor larvado=4, defecto motor evidente o disfasia=5, trastornos ventilatorios o hemodinámicos=6), tiempo de realización de la TC inicial (antes de 2 horas=1, 2-6 horas=2, 7-12 horas=3, 13-24 horas=4, más de 24 horas=5), escala de Marshall al ingreso (grado I=1, grado II=2, grado III=3, grado IV=4, grado V=5), puntaje de Rotterdam al ingreso (0 puntos=0, 1 punto=1, 2 puntos=2, 3 puntos=3, 4 puntos=4, 5 puntos=5), momento de la TC de cráneo secuencial (hasta 8 horas=1, 8-12 horas=2, 13-24 horas=3, 25-72 horas=4, más de 72 horas=5), cambios con la TC secuencial (no cambios o aumento de volumen no significativo, en los casos en que la información de la TC secuencial no introdujo ningún cambio terapéutico =1, aumento de volumen significativo, en los casos en que la información de la TC secuencial introdujo un cambio terapéutico, ya fuera farmacológico o quirúrgico =2).

Se construyó una base de datos, se usó el paquete estadístico SPSS 15.0. Se utilizaron técnicas de estadística exploratoria (frecuencia absoluta y porcentaje). Para las técnicas de estadística confirmatoria se empleó un intervalo de confianza del 95 %, e incluyeron las pruebas de la  $\chi^2$ , ANOVA y regresión logística binomial. Se tomó como variable dependiente la detección de cambio significativo con la TC secuencial de cráneo. Después de efectuadas las pruebas de relación entre variables se decantaron todas las que no resultaron significativas.

Todos los pacientes fueron atendidos de acuerdo a protocolos debidamente discutidos y aprobados en el servicio, los mismos son también congruentes con el estado del arte en la atención de lesionados craneoencefálicos. Se usó en todo momento el consentimiento informado del paciente o sus familiares, antes de aplicar las medidas sanitarias propuestas. Los datos obtenidos en cada caso se trataron de forma confidencial.

## RESULTADOS

Se estudiaron 84 pacientes, 14 de ellos (16,7 %) mostraron cambios imaginológicos significativos en la TC secuencial. Dicha estrategia se practicó con mayor frecuencia en los lesionados con síntomas persistentes y escala tomográfica inicial grados I o II (30 pacientes); sin embargo la comparación de las medias cuadráticas del cambio imaginológico significativo con la técnica de ANOVA, mostró un valor con significación estadística superior en los que presentaron síntomas persistentes y Marshall inicial de III o IV. ([Gráfico 1](#))



Se constató una frecuencia bastante similar de lesionados por mecanismos cerrados de baja y alta velocidad (44 y 40 pacientes respectivamente). Se comprobó mediante la aplicación de la prueba de la  $\chi^2$  la significación de la relación entre un mecanismo de alta velocidad y los cambios significativos en la TC de cráneo secuencial. ([Gráfico 2](#))

**Gráfico 2.** Pacientes según mecanismo del trauma y cambio tomográfico significativo



Se muestra un resumen de los modelos de regresión logística llevados a cabo. Las variables mecanismo del trauma, atención prehospitalaria, síntomas, Glasgow inicial, signos, escala de Marshall inicial y escala de Rotterdam inicial conformaron el primer modelo que mostró un pronóstico global de porcentaje correcto del 78,6 % pero sin significación estadística en relación al conjunto de todas las variables estudiadas. El modelo tres (mecanismo del trauma, atención prehospitalaria, síntomas, signos y escala de Rotterdam inicial) alcanzó significación estadística con un pronóstico correcto del 79,8 %. En el modelo cinco se contempló el mecanismo del trauma, los síntomas y escala de Rotterdam inicial, con mejor significación estadística que el anterior y pronóstico del 76,2 %. Solo el mecanismo del trauma y los síntomas se incluyeron en el sexto modelo, con significación estadística similar al anterior y predicción adecuada del 72,6 %. ([Tabla](#))



**Tabla.** Resumen de los modelos de regresión logística para el pronóstico de cambio tomográfico significativo

Pasos	Variables del modelo	Porcentaje global de pronóstico correcto	Significación del modelo (valores de p)
1	Mecanismo, atención prehospitalaria, síntomas, Glasgow inicial, signos, Marshall inicial, Rotterdam inicial.	78, 6	0, 12
3	Mecanismo, atención prehospitalaria, síntomas, signos, Rotterdam inicial.	79, 8	0, 04
5	Mecanismo, síntomas, Rotterdam inicial.	76, 2	0, 01
6	Mecanismo, síntomas.	72, 6	0, 01

## DISCUSIÓN

La realización del monitoreo estructural del encéfalo en pacientes con trauma craneoencefálico mediante TC de cráneo secuenciales es una práctica actual bien establecida. No obstante la manera en que se implementa es heterogénea a nivel mundial y en muchas ocasiones no protocolizada, debido a la falta de evidencia científica que permita dictar estándares.<sup>9-11</sup> La interpretación de los resultados de esta investigación reafirma la utilidad de la TC de cráneo secuencial sobre bases selectivas, tal y como lo estableció el protocolo desarrollado que permitió la adopción de cambios terapéuticos más oportunos, con mayor frecuencia encaminados hacia la cirugía en un grupo de estos pacientes.

En este sentido, los autores de la presente investigación han dado a conocer resultados preliminares con una serie menor de pacientes y que sirvió de base para discernir algunas variables relacionadas con la posibilidad de cambio tomográfico significativo, así como para el establecimiento de las indicaciones de TC de cráneo secuencial en los lesionados craneales en el servicio de neurocirugía de Camagüey.<sup>12</sup>

Por otro lado se evidenció en esta nueva serie que aunque la indicación de TC de cráneo secuencial fue más frecuente en pacientes con síntomas persistentes que presentaron en la TC inicial una escala de Marshall grado I o II, la mayor relación con la detección de cambio tomográfico significativo fue en los lesionados con síntomas persistentes y Marshall inicial III o IV. El hecho de la poca utilidad de la repetición de la TC de cráneo en pacientes con Glasgow superior a 13 puntos y TC inicial normal también concuerda con los resultados de Velmahos, et al,<sup>13</sup> y Compagnone, et al.<sup>14</sup>

Un paso trascendental para la optimización de esta táctica de neuromonitoreo es la determinación de factores útiles para pronosticar cambios imaginológicos significativos desde el punto de vista terapéutico. En la revisión de la literatura los resultados publicados por diferentes autores incluyen: elevación de la edad, sexo masculino, trastornos de la coagulación, ausencia de hipotensión arterial en las primeras 24 horas, valor del Glasgow inicial menor a nueve puntos y lesiones localizadas en los lóbulos temporal o frontal.<sup>15,16</sup>

En este sentido, los aportes de esta investigación permiten el comentario de tres variables, cuya utilidad en este contexto no ha sido fundamentada en la literatura a nuestro alcance hasta el momento. En primer lugar una variable imaginológica, la escala de Rotterdam, publicada por Maas, et al,<sup>17</sup> la misma se diferencia básicamente de la de Marshall, más difundida mundialmente, en valorizar la existencia de hemorragia subaracnoidea o intraventricular y la localización de los hematomas intracraneales cuando están presentes.

Aunque la misma está aún en proceso de validación, el estudio citado con anterioridad demostró mejor predicción del estado final del enfermo a los seis meses en relación a la de Marshall. Sin embargo no se ha encontrado ningún reporte de su utilidad predictiva en relación a la TC secuencial, hecho que ha resultado interesante y novedoso, sugerente para ampliar el uso de la misma en los traumatizados craneales.

Las otras dos variables a comentar provienen de la dimensión clínica de los pacientes, el mecanismo de producción de alta velocidad y los síntomas persistentes, de hecho en los modelos de regresión logística se demostró que estas fueron las más significativas

en la predicción del cambio imaginológico significativo con la TC secuencial. Estos resultados alcanzan mayor relevancia en nuestros días donde la tecnología de punta tiende a dominar el paradigma médico. El reconocimiento de la importancia de las mismas es vital para enfocar la sospecha médica, hacia la posibilidad de lesiones en evolución en este grupo de enfermos.

## CONCLUSIONES

La presente investigación ha aportado, en aras del perfeccionamiento del protocolo para la realización de TC de cráneo secuencial en lesionados craneales en el servicio de neurocirugía de Camagüey, varios elementos significativos: la mayor relevancia de aplicar esta estrategia en pacientes con síntomas persistentes y Marshall inicial III o IV, en oposición con los que muestren Marshall I o II; la relevancia de tener en cuenta para la correcta predicción de un cambio tomográfico significativo de: mecanismos cerrados de alta velocidad; la persistencia, intensidad y relevancia de los síntomas del paciente, así como la elevación de los valores en la escala de Rotterdam en la TC inicial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lee H, Wintermark M, Gean DA, Ghajar J, Manley TG, Mukherjee P. Focal Lesions in Acute Mild Traumatic Brain Injury and Neurocognitive Outcome: CT versus 3T MRI. *J Neurotrauma*. 2008;25(9):1049-56.
2. Holli KK, Harrison L, Dastidar P, Waljas M, Liimatainen S, Luukkaala T, et al. Texture analysis of MR images of Patients with Mild Traumatic Brain Injury. *BMC Med Imaging*. 2010;10:8-17.
3. Govinal V, Gold S, Kaliannan K, Saigal G, Falcone S, Arheart LK, et al. Whole-Brain Proton MR. Spectroscopic Imaging of Mild-to-Moderated Traumatic Brain Injury and Correlation with Neuropsychological Deficits. *J Neurotrauma*. 2010;27(3):483-96.
4. Haacke ME, Duhaime ChA, Gean DA, Riedy G, Wintermark M, Mukherjee P, et al. Common Data Elements in Radiologic Imaging of Traumatic Brain Injury. *J Magn Reson Imaging*. 2010;32(3):521-43.

5. Manolakaki D, Velmahos GC, Spaniolas K, de Moya M, Alam HB. Early Magnetic Resonance Imaging is Unnecessary in Patients with Traumatic Brain Injury. *J Trauma*. 2009;66(4):1012-4.
6. Robertson C, Rangel-Costilla L. Critical Care Management of Traumatic Brain Management. En: Winn H R, editor. *Youmans Neurological Surgery*. Philadelphia: Saunders; 2012. p. 3397-423.
7. Yadav Y, Basoor A, Jain G, Nelson A. Expanding traumatic intracerebral contusions/hematomas. *Neurology India*. 2006;54(4):377-81.
8. Le HT, Gean DA. Imaging of Traumatic Brain Injury. En: Winn HR, editor. *Youmans Neurological Surgery*. Philadelphia: Saunders; 2012. p. 3342-61.
9. Saatman EK, Duhaime ChA, Bullock R, Maas IRA, Valadka A, Monley TG. Classification of Traumatic Brain injury for Targeted Therapies. *J Neurotrauma*. 2008;25(7):719-38.
10. Kim JJ, Gean DA. Imaging for the Diagnosis and Management of Traumatic Brain Injury. *Neurotherapeutics*. 2011;8(1):39-53.
11. Ohaegbulam CS, Mezue CW, Ndubuisi AC, Erechkwu AU, Ani OC. Cranial Computed Tomographic Findings in Head Trauma Patients in Enugu, Nigeria. *Sur Neurol Int*. 2011;2:182-92.
12. Varela-Hernández A, Paucar-Calderón JI, Tamakloe K, Silva-Adán S, Medrano-García R. Evolución tomográfica de los pacientes con traumatismos craneoencefálicos. *Rev Cubana Neurol Neurocir*. 2013;3(1):44-50.
13. Velmahos CG, Gervasini A, Petrovick L, Dorer JD, Doran EM, Spaniolas K, et al. Rutine repite CT for minimal head injury is unnecessary. *J Trauma*. 2006;60(3):494-501.
14. Compagnone C, de Avella D, Servadei F, Angileri FF, Brambilla G, Conti C, et al. Patients with moderate head injury: A prospective multicenter study of 315 patients. *Neurosurg*. 2009;64(4):690-97.
15. Oertel M, Kelly FD, McArthur D, Boscardin JW, Glenn CT, Lee HJ, et al. Progressive Hemorrhage after Head Trauma: Predictors and consequences of the evolving injury. *J Neurosurg*. 2002;96(1):109-16.
16. Lobato DR, Alen FJ, Pérez-Núñez A, Alday R, Gómez AP, Pascual B, et al. Utilidad de la TAC secuencial y la monitorización de la presión intracraneal para detectar nuevo efecto de masa intracraneal en pacientes con traumatismo craneal grave y lesión inicial tipo I-II. *Neurocirugía*. 2005;16(3):217-34.
17. Maas AIR, Hukkelhoven Ch WPM, 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. *Neurosurg.* 2005;57(6):1173-82.

Recibido: 22 de julio de 2013

Aprobado: 17 de septiembre de 2013

*Dr.C Ariel Varela Hernández.* Doctor en Ciencias. Profesor Auxiliar. Especialista de II Grado en Neurocirugía. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camagüey. Cuba. Email: [avarela@finlay.cmw.sld.cu](mailto:avarela@finlay.cmw.sld.cu)