

## Capacidad pronóstica de los signos de herniación cerebral en pacientes con afectación neurológica estructural

M. J. CHAVERO-MAGRO<sup>a</sup>, R. RIVERA-FERNÁNDEZ<sup>b</sup>, H. BUSQUIER-HERNÁNDEZ<sup>c</sup>, E. FERNÁNDEZ-MONDÉJAR<sup>d</sup>, F. PINO-SÁNCHEZ<sup>d</sup>, R. DÍAZ-CONTRERAS<sup>d</sup>, F.J. MARTÍN-LÓPEZ<sup>d</sup> Y R. DOMÍNGUEZ- JIMÉNEZ<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Virgen del Puerto. Plasencia. Cáceres. España.

<sup>b</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Santa Ana. Motril. Granada. España

<sup>c</sup>Servicio de Radiodiagnóstico. <sup>d</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Virgen de las Nieves. Granada. España.

**Objetivo.** Analizar en los pacientes con afectación neurológica estructural si los sistemas de predicción de mortalidad habitualmente usados (APACHE y SAPS) pueden ser complementados con los hallazgos de herniación cerebral encontrados en la tomografía computarizada (TC) craneal.

**Diseño.** Estudio prospectivo de cohortes.

**Ámbito.** Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de Traumatología de un hospital universitario.

**Pacientes.** Ciento cincuenta y cinco pacientes ingresados en UCI durante el 2003 con traumatismo craneoencefálico (TCE) o accidente cerebrovascular agudo (ACVA).

**Variables de interés principales.** Se recogió información sobre la edad, el diagnóstico, la mortalidad, los hallazgos en la TC craneal al ingreso, APACHE II, APACHE III y SAPS II.

**Resultados.** La edad fue de  $47,8 \pm 19,4$  años, el APACHE II  $17,1 \pm 7,2$  puntos, el SAPS II  $43,7 \pm 17,7$  puntos y el APACHE III de  $55,8 \pm 29,7$  puntos. La mortalidad hospitalaria fue del 36% y la predicha por el SAPS II fue del 38%, por el APACHE II 30% y por el APACHE III 36%. Los 56 pacientes que fallecieron presentaban mayor desviación de la línea media en la TC craneal que los supervivientes:  $4,2 \pm 5,5$  frente a  $1,7 \pm 3,2$  mm ( $p = 0,002$ )

y mayor gravedad evaluada con el SAPS II, APACHE II y APACHE III. La mortalidad fue significativamente mayor en los pacientes con herniación subfalcial (61% frente a 30%,  $p < 0,001$ ). En el análisis multivariante con regresión logística se encontró que la mortalidad hospitalaria se asoció con la probabilidad de fallecer según el APACHE III (OR 1,07; IC 95%: 1,05-1,09) y con la presencia de herniación subfalcial (OR 3,15; IC 95%: 1,07-9,25).

**Conclusiones.** En los pacientes críticos con afectación estructural neurológica, la presencia de signos de herniación subfalcial en la TC craneal complementan la información pronóstica de los índices de gravedad normalmente utilizados.

**PALABRAS CLAVE:** tomografía computarizada, traumatismo craneoencefálico, cuidados intensivos, cuidados críticos, APACHE, SAPS.

### PROGNOSTIC CAPACITY OF BRAIN HERNIATION SIGNS IN PATIENTS WITH STRUCTURAL NEUROLOGICAL INJURY

**Objective.** To determine whether the usual mortality prediction systems (APACHE and SAPS) can be complemented by cranial computed tomography (CT) brain herniation findings in patients with structural neurological involvement.

**Design.** Prospective cohort study.

**Setting.** Trauma ICU in university hospital.

**Patients.** One hundred and fifty five patients admitted to ICU in 2003 with cranial trauma or acute stroke.

**Main variables of interest.** Data were collected on age, diagnosis, mortality, admission cranial CT

Este trabajo forma parte de un proyecto FIS PI021571.

Correspondencia: Dr. R. Rivera Fernández.  
Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Santa Ana.  
Avda. E Martín Cuevas, s/n.  
18600 Motril. Granada.  
Correo electrónico: riveraf@supercable.es

Manuscrito aceptado el 5-III-2007.

findings and on APACHE II, APACHE III and SAPS II scores.

**Results.** Mean age was  $47.8 \pm 19.4$  years; APACHE II,  $17.1 \pm 7.2$  points; SAPS II,  $43.7 \pm 17.7$  points; and APACHE III,  $55.8 \pm 29.7$  points. Hospital mortality was 36% and mortality predicted by SAPS II was 38%, by APACHE II 30% and by APACHE III 36%. The 56 non-survivors showed greater midline shift on cranial CT scan versus survivors ( $4.2 \pm 5.5$  vs.  $1.6 \pm 3.22$  mm,  $p = 0.002$ ) and higher severity as assessed by SAPS II, APACHE II and APACHE III. The mortality rate was significantly higher in patients with subfalcial herniation (61% vs. 30%,  $p < 0.001$ ). In the multivariate logistic regression analysis, hospital mortality was associated with the likelihood of death according to APACHE III (OR 1.07; 95% CI: 1.05-1.09) and with presence of subfalcial herniation (OR 3.15; 95% CI: 1.07-9.25).

**Conclusions.** In critical care patients with structural neurological involvement, cranial CT signs of subfalcial herniation complement the prognostic information given by the usual severity indexes.

**KEY WORDS:** computerized tomography, cranial trauma, intensive care, critical care, APACHE, SAPS.

## INTRODUCCIÓN

Los pacientes que ingresan en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) por traumatismo craneoencefálico (TCE) o accidente cerebrovascular agudo (ACVA) presentan una elevada gravedad y mortalidad. En estos pacientes es habitual evaluar el grado de lesión cerebral a su ingreso mediante una tomografía computarizada (TC) cerebral, que permite el conocimiento sobre el tipo de lesión cerebral anatómica y orienta acerca de la actitud terapéutica. Además, aporta información pronóstica de gran valor, como han mostrado múltiples estudios<sup>1-22</sup>.

En los enfermos con afectación neurológica estructural, al igual que en el resto de los pacientes críticos, son de uso habitual los sistemas de medición de la gravedad de la enfermedad como el APACHE y el SAPS<sup>23-26</sup>, que permiten asignar a cada paciente una probabilidad de fallecer y además ofrecen un sistema de control de calidad a los Servicios donde se atiende a estos pacientes, en tanto que posibilitan la comparación de la mortalidad observada con la esperada en función de la gravedad de los pacientes.

El objetivo de este estudio es analizar si los sistemas de predicción de mortalidad como el APACHE o SAPS, pueden ser complementados en los pacientes de UCI que ingresan con afectación neurológica por traumatismo craneoencefálico y accidente cerebrovascular, con los hallazgos de herniación cerebral obtenidos en la TC craneal.

## PACIENTES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la UCI de Traumatología del Hospital Virgen de las Nieves de Granada. Se evaluaron todos los pacientes que ingresaron consecutivamente en la UCI durante el año 2003 con diagnóstico de TCE o ACVA.

Se obtuvo de modo prospectivo la información necesaria para calcular los índices APACHE II<sup>23</sup>, SAPS II<sup>24</sup> y APACHE III<sup>25</sup> y se calculó la probabilidad de fallecer según estos sistemas. Entre los datos que fue preciso recoger se encontraban los de filiación, edad, comorbilidades, temperatura, frecuencia cardíaca y respiratoria, presión arterial, profundidad del coma evaluada con la *Glasgow Coma Scale* (GCS), gasometría arterial, diuresis y analítica (hematocrito, leucocitos, urea, creatinina, albúmina, bilirrubina, glucosa, sodio y potasio). También se recogió la información referente al fallecimiento o no en la UCI y el hospital.

A todos los pacientes se les realizó TC craneal a su ingreso, archivándose una copia mediante fotografía digital de todas las exploraciones que se hicieron. Para la realización de este estudio, las TC craneales fueron evaluadas retrospectivamente por un radiólogo del hospital con gran experiencia en el análisis de este tipo de exploraciones. La evaluación de la TC craneal se realizó sin conocimiento de los datos clínicos del paciente y sin información sobre si había fallecido o no para evitar sesgos diferenciales de clasificación. En este trabajo sólo se analizan los signos de herniación subfalcial definida como la desviación de la línea media mayor de 5 mm y la herniación transtentorial evaluada según el estado de las cisternas perimesencefálicas que se clasificaron como normales, colapsadas o ausentes. La desviación de la línea media se evaluó midiendo la desviación del *septum pellucidum* (tabique interventricular) respecto de la línea imaginaria existente entre las inserciones anterior y posterior de la hoz cerebral. Las cisternas perimesencefálicas se clasificaron como ausentes cuando no se visualizaban y comprimidas cuando, en función de la edad y del grado de atrofia existente, se consideró que su tamaño era inferior al habitual.

## Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se expresan como media  $\pm$  desviación estándar, y las cualitativas como porcentajes y frecuencias. Para la comparación de dos medias se usó la prueba de la «t» de Student. En el caso de existir un número superior a dos medias se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) y en el caso de existir diferencias se usó la prueba de Newman-Keuls para comprobar entre qué grupos existían diferencias. Para la comparación de proporciones se usó la prueba de Chi cuadrado.

El análisis multivariante se realizó mediante regresión logística múltiple, utilizándose el método *step-wise* para la inclusión de variables en el modelo. La variable dependiente fue la mortalidad hospitalaria. Se realizaron varios modelos: uno incluía sólo variables clínicas, otro sólo las radiológicas, otro sólo los

**TABLA 1. Características de los pacientes incluidos en el estudio según la mortalidad hospitalaria. Los valores corresponden a media  $\pm$  desviación estándar**

	Vivos (N = 99)	Fallecidos (N = 56)	P
Edad, años	42,7 $\pm$ 19,1	56,9 $\pm$ 16,6	< 0,001
GCS al ingreso en UCI, puntos	8,4 $\pm$ 4,3	5,8 $\pm$ 3,4	< 0,001
Peor GCS durante la evolución, puntos	8,0 $\pm$ 4,3	5,1 $\pm$ 2,9	< 0,001
SAPS II, puntos	37,5 $\pm$ 16,6	54,8 $\pm$ 13,9	< 0,001
APACHE II, puntos	14,4 $\pm$ 6,2	30,0 $\pm$ 6,2	< 0,001
APACHE III, puntos	43,4 $\pm$ 22,8	77,8 $\pm$ 27,9	< 0,001
Probabilidad de muerte según el SAPS II	0,27 $\pm$ 0,25	0,57 $\pm$ 0,24	< 0,001
Probabilidad de muerte según el APACHE II	0,21 $\pm$ 0,15	0,48 $\pm$ 0,22	< 0,001
Probabilidad de muerte según el APACHE III	0,23 $\pm$ 0,18	0,59 $\pm$ 0,25	< 0,001
Desviación de la línea media en la TC craneal al ingreso, mm	1,6 $\pm$ 3,2	4,2 $\pm$ 5,5	0,002

GCS: Glasgow coma scale; TC: tomografía computarizada.

índices pronósticos y otros modelos analizaron los diferentes tipos de variables en combinación. Se incluyeron en el análisis las variables que habían mostrado relación estadísticamente significativa con la mortalidad hospitalaria o cercana a la significación estadística en el análisis univariante. La presencia de herniación transtentorial se incluyó en el análisis evaluándose según el estado de las cisternas perimesencefálicas y se incluyó en dos modos clasificadas en tres categorías (normales, comprimidas y ausentes) y clasificada en dos categorías (normales y ausentes-comprimidas). El tipo de patología se incluyó en el estudio multivariable clasificada en 4 categorías (TCE, ACVA hemorrágico, ACVA isquémico y hemorragia subaracnoidea). Las variables de más de dos categorías se transformaron en variables *dummy* para ser incluidas en el análisis multivariable.

Se evaluó la capacidad de discriminación de los modelos con el área bajo la curva ROC<sup>27</sup>. Se consideró significativo un valor de p inferior a 0,05.

## RESULTADOS

Durante el período de estudio ingresaron en la UCI 156 pacientes con TCE o ACVA, uno de ellos se excluyó de este estudio porque faltaba información clínica necesaria para la inclusión en el mismo. En uno de los 155 pacientes incluidos no se tenían los datos suficientes para el cálculo del APACHE III.

La edad de los 155 pacientes fue 47,8  $\pm$  19,4 años, la puntuación del SAPS II fue de 43,7  $\pm$  17,7 puntos, la del APACHE II 17,1  $\pm$  7,2 puntos y la del APACHE III 55,8  $\pm$  29,7 puntos. La profundidad del coma, medida según la peor puntuación en la GCS en las primeras 24 horas, fue de 7,0  $\pm$  4,1 puntos. Un 54% de los pacientes ingresó por TCE, un 18% por hemorragia cerebral, un 7% por ACVA isquémico, y un 21% por hemorragia subaracnoidea.

La mortalidad en UCI fue del 32% y la mortalidad hospitalaria del 36%. La mortalidad hospitalaria predicha por el SAPS II fue del 38%, la predicha por el APACHE II fue del 30% y por el APACHE III fue del 36%.

En la TC craneal realizada al ingreso del paciente, las cisternas perimesencefálicas eran normales en 97 (63%) pacientes, estaban colapsadas en 50 (32%) y ausentes en 8 (5%). Un 20% de los enfermos (31 pacientes) presentaban herniación subfalcial. El desplazamiento de la línea media en la totalidad de los pacientes fue de 2,5  $\pm$  4,4 mm.

Existió una asociación entre la desviación de la línea media y el estado de las cisternas perimesencefálicas. Así, los 97 enfermos con cisternas perimesencefálicas normales presentaban una desviación de la línea media de 1,1  $\pm$  2,5 mm, en los 50 pacientes que presentaban cisternas comprimidas la desviación de la línea media era de 4,9  $\pm$  5,7 mm, y en los 8 en que las cisternas estaban ausentes la desviación fue de 5,1  $\pm$  5,5 mm (p < 0,001 según ANOVA, existiendo diferencias entre el grupo con cisternas normales y los otros dos, pero sin que existieran entre el grupo de cisternas comprimidas y ausentes según la prueba de Newman-Keuls).

Los 56 pacientes que fallecieron presentaban mayor desviación de la línea media en la TC craneal del ingreso que los 99 pacientes que sobrevivieron: 4,2  $\pm$  5,5 frente a 1,6  $\pm$  3,2 mm, (p = 0,002). Los pacientes que fallecieron presentaron también mayor profundidad del coma y mayor gravedad a su ingreso evaluada con el SAPS II, APACHE II y APACHE III, así como mayor probabilidad de fallecer según los sistemas de predicción de mortalidad previamente mencionados (tabla 1).

La mortalidad se asoció también con el tipo de patología que motivó el ingreso en UCI, así de los 84 pacientes con TCE fallecieron el 24%, de los 28 con ACV hemorrágico fallecieron el 75%, el 34% de los 32 pacientes con hemorragia subaracnoidea y el 36% de los 11 ingresados con ACVA isquémico ( $\chi^2 = 23,9$ ; p < 0,001).

La mortalidad fue significativamente mayor en los pacientes que presentaban herniación subfalcial (61% frente a 30%; p < 0,001). De los 97 pacientes con cisternas perimesencefálicas normales fallecieron 29 (30%), de los 50 con cisternas comprimidas fallecieron 22 (44%) y de los 8 en que no se visualizaban las cisternas murieron 5 (62%) ( $\chi^2 = 5,19$ ; g1 = 2; p =

**TABLA 2. Análisis multivariantes realizados con regresión logística. La variable dependiente fue la mortalidad hospitalaria**

Variable	Odds ratio (IC 95%)	Área bajo la curva ROC (IC 95%)
Modelo que sólo incluyó variables clínicas		
Edad*	1,03 (1,00-1,05)	0,82 (0,75-0,89)
GCS*	0,77 (0,68-0,87)	
Diagnóstico		
ACV isquémico	1	
ACV hemorrágico	3,83 (0,63-23,26)	
Hemorragia subaracnoidea	1,59 (0,28-9,04)	
Traumatismo craneoencefálico	0,56 (0,10-2,94)	
Modelo que solo incluyó variables radiológicas		
Desviación de la línea media > 5 mm	3,72 (1,64-8,44)	0,60 (0,51-0,7)
Modelo que solo incluyó índices de gravedad de la enfermedad		
Probabilidad de fallecer según el APACHE III*	1,07 (1,05-1,09)	0,87(0,80-0,93)
Modelo que incluyó variables clínicas y radiológicas		
Edad*	1,03 (1,00-1,05)	0,84 (0,77-0,90)
GCS*	0,79 (0,69-0,89)	
Diagnóstico		
ACV isquémico	1	
ACV hemorrágico	2,68 (0,43-16,79)	
Hemorragia subaracnoidea	1,55 (0,28-8,68)	
Traumatismo craneoencefálico	0,40 (0,07-2,12)	
Desviación de la línea media > 5 mm	3,43 (1,17-10,08)	
Modelo que incluyó índices de gravedad de la enfermedad y variables radiológicas		
Probabilidad de fallecer según el APACHE III*	1,07 (1,05-1,09)	0,88 (0,82-0,94)
Desviación de la línea media > 5 mm	3,15 (1,07-9,25)	
Modelo que incluyó variables clínicas, radiológicas e índices de gravedad de la enfermedad		
Probabilidad de fallecer según el APACHE III*	1,07 (1,05-1,09)	0,88 (0,82-0,94)
Desviación de la línea media > 5 mm	3,15 (1,07-9,25)	

IC: intervalo de confianza; ACV: accidente cerebrovascular; GSC: *Glasgow Coma Scale*.

\* La OR para la edad es por cada aumento de un año, para el GCS por cada aumento de 1 punto y para la probabilidad de fallecer según el APACHE III es por cada aumento del 1% de la probabilidad de fallecer en el hospital según el modelo APACHE III.

0,075). Cuando se analizó la mortalidad en función de la normalidad o anormalidad (ausentes o comprimidas) de las cisternas perimesencefálicas se observaron diferencias significativas, siendo del 30% la mortalidad en los 97 pacientes con cisternas normales y del 47% en los 58 con cisternas comprimidas o ausentes ( $\chi^2 = 4,36$ ;  $gl = 1$ ;  $p = 0,037$ ).

Para el análisis de mortalidad se clasificó a los pacientes en 4 grupos de acuerdo al estado de las cisternas perimesencefálicas y la desviación de la línea media:

1. Pacientes sin desviación de línea media y con cisternas perimesencefálicas normales ( $n = 78$ ) cuya mortalidad fue del 21,8%.

2. Pacientes con desviación de línea media < 5 mm y cisternas perimesencefálicas normales ( $n = 11$ ) cuya mortalidad fue 54,5%.

3. Pacientes con cisternas perimesencefálicas anormales sin desviación de línea media o desviación  $\leq 5$  mm ( $n = 35$ ) cuya mortalidad fue 40%.

4. Pacientes con desviación de línea media > 5 mm independientemente del estado de cisternas perimesencefálicas ( $n = 31$ ) cuya mortalidad fue del 61,3% ( $\chi^2 = 17,29$ ;  $p = 0,001$ ).

Se realizaron varios análisis multivariantes mediante regresión logística, siendo la variable dependiente la mortalidad hospitalaria. En la tabla 2 se muestran las variables incluidas en los diferentes modelos, la *odds*

*ratio* (OR) con sus intervalos de confianza (IC) y la discriminación de cada uno de los modelos evaluada según el área bajo la curva ROC.

En el modelo de variables clínicas hemos analizado la relación de la mortalidad con la edad, la peor puntuación en la GCS en las primeras 24 horas y el tipo de patología (TCE, ACVA hemorrágico, ACVA isquémico y hemorragia subaracnoidea). Este modelo mostró una discriminación de 0,82 (IC 95%: 0,75-0,89) (tabla 2).

El modelo que analizó las variables tomográficas (herniación subfalcial definida como desviación de la línea media mayor de 5 mm, y herniación transtentorial evaluada según estado de las cisternas perimesencefálicas) mostró que únicamente existía asociación significativa entre mortalidad y desviación de la línea media (OR: 3,72; IC 95%: 1,64-8,44). Este modelo poseía una discriminación escasa tan sólo de 0,60 (IC 95%: 0,51-0,7) (tabla 2).

El modelo que analizó como variables independientes los índices pronósticos (APACHE II, APACHE III y SAPS II) y las probabilidades de fallecer obtenidas con cada uno de estos modelos, mostró que la única asociada con aumento significativo de la mortalidad fue la probabilidad de muerte obtenida según la puntuación del APACHE III (OR: 1,07; IC 95%: 1,05-1,09). El área bajo la curva ROC de este modelo fue de 0,87 (IC 95%: 0,80-0,93) (tabla 2).

**TABLA 3. Discriminación evaluada con el área bajo la curva ROC de los tres índices de gravedad de la enfermedad utilizados (APACHE II, APACHE III y SAPS II)**

Variable	Área bajo la curva ROC (Intervalo de confianza del 95%)
Puntuación SAPS II	0,79 (0,71-0,86)
Puntuación APACHE II	0,80 (0,73-0,88)
Puntuación APACHE III	0,82 (0,75-0,89)
Probabilidad de fallecer según SAPS II	0,79 (0,71-0,86)
Probabilidad de fallecer según APACHE II	0,85 (0,78-0,91)
Probabilidad de fallecer según APACHE III	0,87 (0,80-0,93)

El modelo que incluyó como variables independientes a las clínicas y radiológicas mostró aumento significativo de la mortalidad con la edad, la puntuación en la GCS, el diagnóstico y la desviación de la línea media, siendo el área bajo la curva ROC de este modelo de 0,84 (IC 95%: 0,77-0,90) (tabla 2).

Cuando se analizaron en conjunto las variables clínicas y los índices pronósticos, la única variable asociada con aumento significativo de la mortalidad fue la probabilidad de fallecer según la puntuación del APACHE III (tabla 2). Al analizar en conjunto las variables radiológicas y los índices pronósticos, las variables asociadas con aumento significativo de la mortalidad fueron la probabilidad de fallecer según la puntuación APACHE III y la desviación de la línea media en la TC craneal. El área bajo la curva ROC de este último modelo fue de 0,88 (IC 95%: 0,82-0,94) (tabla 2).

Por último, se incluyeron como variables independientes en el modelo de regresión logística la totalidad de las estudiadas y las únicas que se mostraron asociadas con aumento significativo de la mortalidad fueron la probabilidad de fallecer según la puntuación APACHE III (OR: 1,07, IC 95%: 1,05-1,09) y la presencia de herniación subfalcial (OR: 3,15, IC 95%: 1,07-9,25) (tabla 2). El área bajo la curva ROC de este último modelo fue de 0,88 (IC 95%: 0,82-0,94) (tabla 2).

En la tabla 3 se muestra la discriminación evaluada con el área bajo la curva ROC de los tres índices pronósticos y de la probabilidad de fallecer según los tres sistemas.

En el subgrupo de pacientes sin herniación subfalcial la mortalidad fue del 30%, la predicha según el APACHE III del 33%, y la predicha con el modelo que incluye además la herniación subfalcial del 30%. En el grupo de 31 pacientes con herniación subfalcial, la mortalidad fue del 61%, la probabilidad predicha según el APACHE III del 47% y la predicha por el modelo que incluye también la variable herniación fue del 61%.

Se analizó el acuerdo entre la mortalidad observada y la predicha según los diferentes sistemas predictivos utilizados en este estudio con la prueba de Hosmer-Lemeshow, para ello se clasificó a los pacientes en 5 grupos de acuerdo con la probabilidad de muerte predicha por estos sistemas. Existió buen acuerdo entre lo observado y lo predicho por los sistemas APACHE III y APACHE II, pero no con el sistema SAPS II (tabla 4).

Posteriormente se analizó el acuerdo entre la mortalidad observada y la predicha con los mismos siste-

**TABLA 4. Análisis de la mortalidad observada y predicha según los sistemas APACHE III, APACHE II y SAPS II**

Probabilidad de fallecer	N.º de casos	N.º fallecimientos		N.º supervivientes	
		Observados	Predichos	Observados	Predichos
<b>Probabilidades de fallecer según sistema APACHE III.</b>					
Prueba de Hosmer (H) = 4,85, (p > 0,05)					
≤ 0,20	58	5	5,51	53	52,49
0,20-0,40	38	8	11,61	30	26,39
0,40-0,60	22	11	10,62	11	11,04
0,60-0,80	22	19	15,46	3	6,54
> 0,80	14	13	12,17	1	1,83
<b>Probabilidades de fallecer según sistema APACHE II.</b>					
Prueba de Hosmer (H) = 6,43, (p > 0,05)					
≤ 0,20	71	8	8,78	63	62,22
0,20-0,40	36	12	10,05	24	25,95
0,40-0,60	26	16	12,63	10	13,37
0,60-0,80	18	16	12,4	2	5,6
> 0,80	4	4	3,38	0	0,62
<b>Probabilidades de fallecer según sistema SAPS II.</b>					
Prueba de Hosmer (H) = 17,26, (p < 0,05)					
≤ 0,20	57	7	4,3	50	52,7
0,20-0,40	29	7	8,78	22	20,22
0,40-0,60	27	13	13,91	14	13,09
0,60-0,80	32	24	22,98	8	9,02
> 0,80	10	5	8,85	5	1,15

**TABLA 5. Análisis de la mortalidad observada y predicha en función de la presencia o ausencia de herniación cerebral según Tomografía Computarizada (TC) craneal**

Hallazgos TC	N.º de casos	N.º fallecimientos		N.º supervivientes	
		Observados	Predichos	Observados	Predichos
Probabilidades de fallecer según sistema APACHE III. $\chi^2 = 6,09, p < 0,05$					
A	77	17	21,28	60	55,72
B	11	6	3,85	5	7,15
C	35	14	16,10	21	18,90
D	31	19	14,56	12	16,44
Probabilidades de fallecer según sistema APACHE II. $\chi^2 = 10,95, p < 0,05$					
A	78	17	18,76	61	59,24
B	11	6	3,38	5	7,62
C	35	14	13,61	21	21,39
D	31	19	11,50	12	19,50
Probabilidades de fallecer según sistema SAPS II. $\chi^2 = 6,96, p < 0,05$					
A	78	17	23,18	61	54,82
B	11	6	3,82	5	7,18
C	35	14	16,66	21	18,34
D	31	19	15,16	12	15,84
Probabilidades de fallecer según el modelo que incluye probabilidades de fallecer según el APACHE III y desviación de la línea media. $\chi^2 = 1,58, p > 0,05$					
A	77	17	18,16	60	58,84
B	11	6	4,11	5	6,89
C	35	14	14,73	21	20,27
D	31	19	19	12	12

A: Cisternas perimesencefálicas normales y sin desviación de la línea media; B: desviación de la línea media < 5 mm y cisternas perimesencefálicas normales; C: cisternas perimesencefálicas anormales con desviación de la línea media < 5 mm; D: desviación de la línea media > 5 mm independientemente del estado de las cisternas perimesencefálicas.

mas, clasificando a los pacientes en función de los hallazgos de la TC craneal. Como se observa en la tabla 5 hay discrepancias significativas entre lo observado y lo predicho con el sistema APACHE II, APACHE III y SAPS II, sin embargo no se encontraron diferencias significativas cuando la mortalidad predicha se calculó empleando el modelo de regresión logística que incluye APACHE III y desviación de la línea media.

## DISCUSIÓN

Nuestro estudio muestra que el análisis rutinario realizado con TC craneal al ingreso de los pacientes con alteración neurológica estructural complementa la información pronóstica de los índices de gravedad habitualmente utilizados en UCI, especialmente en el subgrupo de pacientes que presentan desviación de la línea media, en los que estos índices de gravedad subestiman la probabilidad de fallecer durante el ingreso hospitalario.

Los enfermos con lesión cerebral tras traumatismo craneoencefálico o patología vascular constituyen un grupo numeroso de pacientes de UCI con una mortalidad elevada<sup>23-26,28-30</sup>. Debido a la elevada gravedad de estos pacientes, es bastante importante disponer de instrumentos que resulten precisos en su capacidad para estimar la probabilidad de fallecer.

Como se puede comprobar en nuestro estudio, las cifras de mortalidad observadas y la esperadas son similares con los tres índices de gravedad de la enfermedad utilizados cuando se analiza la población en conjunto, pero cuando analizamos un subgrupo de gravedad elevada, como es el que presenta herniación subfalcial, observamos que existe bastante diferencia entre la mortalidad observada y la predicha con cualquiera de los tres índices, puesto que estos últimos infraestiman la probabilidad de fallecer.

Los índices de gravedad de la enfermedad permiten, entre otras funciones, clasificar a los pacientes en función de la gravedad, detectar la existencia de mortalidades superiores a las esperadas en Unidades de referencia, y ayudan a controlar el sesgo de confusión en los estudios de investigación realizados en pacientes críticos, pero es necesario detectar los problemas que presentan y continuar su mejoría, y los hallazgos de este trabajo abren una vía para mejorar su funcionamiento en los enfermos con lesión neurológica estructural.

En los pacientes con lesión neurológica estructural, la TC craneal aporta una información diagnóstica esencial e imprescindible. Pero además la información obtenida en esta exploración tiene implicaciones pronósticas. Nuestro estudio pone de manifiesto que la presencia de herniación cerebral es un signo de mal pronóstico, algo que ya se conocía con anterioridad, y por ello se ha utilizado como integrante en una de

las clasificaciones más populares de los TCE como es la clasificación de Marshall<sup>11</sup>, que evalúa tres elementos: tamaño de las cisternas perimesencefálicas, desplazamiento de la línea media y volumen de las lesiones ocupantes de espacio.

En la literatura son múltiples los estudios que muestran la asociación entre la desviación de la línea media observada en la TC cerebral y un peor pronóstico<sup>13-17</sup>. Así, por ejemplo, Young et al<sup>14</sup> mostraron que el 68% de los enfermos con desviación de la línea media superior a 4 mm presentaban una mala evolución clínica, frente al 39% de los pacientes sin desviación. Lipper et al<sup>15</sup> observaron una mala evolución en el 63% de los pacientes con desviación de línea media mayor de 3,8 mm, mientras que sólo el 30% de los pacientes sin desviación evolucionaron de manera desfavorable. Lobato et al<sup>16</sup>, en un grupo de pacientes con traumatismo craneoencefálico que tras el traumatismo habían presentado un intervalo lúcido previamente a entrar en coma, excluyendo por tanto a los pacientes que presentaron coma desde el momento de sufrir el traumatismo, muestran una mortalidad del 49% en los enfermos con desviación de la línea media mayor de 5 mm y del 18% en los que la desviación fue inferior a 5 mm.

También está ampliamente documentado en la literatura el mal pronóstico de los pacientes con compresión de las cisternas perimesencefálicas<sup>13,18-22</sup>. Nosotros hemos observado que los pacientes que presentan ausencia de cisternas perimesencefálicas presentan una mortalidad del 62%, ésta fue del 44% en los que estaban comprimidos y del 30% en los que eran normales, resultados muy parecidos a los reportados en la literatura. Así, Toutant et al<sup>19</sup> encontraron que en los pacientes con cisternas ausentes la mortalidad fue del 77%, en los que tenían las cisternas comprimidas fue del 39% y del 22% en los pacientes con cisternas normales. Marruecos et al<sup>20</sup> encontraron una mortalidad del 67% entre los pacientes con ausencia de las cisternas perimesencefálicas.

Nuestro análisis multivariante estudió la asociación entre la mortalidad hospitalaria y diferentes variables. En el modelo final únicamente dos variables mostraron estar asociadas con un aumento de la mortalidad, la probabilidad de fallecer calculada con el APACHE III y la desviación de la línea media superior a 5 mm. El hecho de que no entre a formar parte del modelo ninguna variable clínica (edad, diagnóstico y puntuación en la GCS) es porque la probabilidad de fallecer según el APACHE III contiene gran parte de la información que suministran estas variables y otras muchas variables clínicas (shock, frecuencia cardíaca, respiratoria, etc.) que forman parte del modelo.

Nuestro estudio muestra que los datos referentes a la presencia o no de herniación cerebral en la TC craneal realizada al ingreso de los enfermos en UCI, mejora la discriminación que nos ofrecen los índices de gravedad de la enfermedad habitualmente utilizados. Y aunque esta mejoría no es espectacular, desde 0,87 con el sistema APACHE III a 0,88 en el modelo que también incluye la herniación subfalcial, este incremento es preciso analizarlo teniendo en cuenta varios

aspectos. El primero es que el sistema APACHE III ya presenta una discriminación elevada, en concreto de 0,87, y en esos niveles las mejorías no pueden ser muy grandes, dado que la máxima mejoría posible sería 0,13 y nuestro modelo nos da una mejoría de 0,01, que representa el 10% de la máxima mejoría posible. Además, hay que tener en cuenta una segunda cuestión, y es que siempre existirá una información que no será posible conocer el primer día, como es el desarrollo de complicaciones no predecibles en la evolución de estos pacientes durante su estancia en UCI y su estancia hospitalaria.

Pero quizás donde se ve más claramente cómo el añadir la información sobre la desviación de la línea media mejora la predicción de la mortalidad es al observar las discrepancias entre la mortalidad observada y la predicha por el APACHE III en el subgrupo de pacientes que presentan herniación subfalcial (47% predicha y 61% la observada) y cómo la adición de la información sobre la desviación de la línea media permite una predicción más exacta.

Una limitación de nuestro artículo es el hecho de haber sido realizado en un solo hospital, por lo que los resultados obtenidos están influenciados por las características propias del hospital en el que se ha realizado y los hallazgos son generalizables al resto de pacientes en menor medida que si el estudio fuese multicéntrico. Sin embargo, creemos que el tipo de pacientes incluidos y la forma en que han sido tratados, no difiere en gran medida del resto de pacientes de otros hospitales con este tipo de patología y que nuestros resultados podrían ser generalizables. Un dato que apoya esta opinión es el hecho de que la mortalidad observada en nuestros pacientes es similar a la predicha por los índices pronósticos, es decir, que la mortalidad de nuestros pacientes es parecida a la de los enfermos con similar gravedad en los hospitales en los que se han construido los índices.

Otra limitación de nuestro estudio es el número de pacientes, sólo 155, y aunque es suficiente para obtener resultados estadísticamente significativos, lógicamente un número mayor de enfermos nos permitiría obtener intervalos de confianza más reducidos en las estimaciones realizadas, y así mismo, un número mayor de enfermos permitiría establecer otras asociaciones que aquí no han podido ser confirmadas al no existir relación estadísticamente significativa. Además, con un mayor número de pacientes podríamos haber dividido la muestra en dos grupos, uno para crear el modelo de predicción de mortalidad y otro para validarlo.

No obstante, pensamos que estas limitaciones en ningún modo invalidan nuestro estudio, ya que aporta información de interés y pone de manifiesto que en los pacientes críticos con afectación estructural neurológica los datos obtenidos en la TC craneal al ingreso referentes a la presencia o no de herniación subfalcial, mejoran la capacidad predictora de los índices pronósticos normalmente utilizados, aumentando ligeramente su capacidad de discriminación y disminuyendo las discrepancias entre la mortalidad esperada y la observada.

### Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.

### BIBLIOGRAFÍA

1. The Brain Trauma Foundation. The American Association of Neurological Surgeons. The Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Computed tomography scan features. *J Neurotrauma*. 2000;17:597-627.
2. Lobato RD, Cordobes F, Rivas JJ, de la Fuente M, Montero A, Barcena A, et al. Outcome from severe head injury related to the type of intracranial lesion. A computerized tomography study. *J Neurosurg*. 1983;59:762-74.
3. Kido DK, CoX C, Hamill RW, Rothenberg BM, Woolf PD. Traumatic brain injuries: Predictive usefulness of CT. *Radiology*. 1992;182:777-81.
4. Wardlaw JM, Easton VJ, Statham P. Which CT features help predict outcome after head injury? *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002;72:188-92.
5. Levin HS. Prediction of recovery from traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 1995;12:913-22.
6. Ong L, Selladurai BM, Dhillon MK, Atan M, Lye MS. The prognostic value of the Glasgow Coma Scale, hypoxia and computerized tomography in outcome prediction of pediatric head injury. *Pediatr Neurosurg*. 1996;24:285-91.
7. Lehmann U, Regel G, Ellendorf B, Rickels E, Lorenz M, Becker H, et al. Initial cranial CT for evaluating the prognosis of craniocerebral trauma. *Unfallchirurg*. 1997;100:705-10.
8. Lobato RD, Sarabia R, Rivas JJ, Cordobés F, Castro S, Muñoz MJ, et al. Normal computerized tomography scans in severe head injury. Prognostic and clinical management implications. *J Neurosurg*. 1986;65:784-9.
9. Broderick JP, Brott TG, Duldner JE, Tomsick T, Huster G. Volume of intracerebral hemorrhage. A powerful and easy-to-use predictor of 30-day mortality. *Stroke*. 1993;24:987-93.
10. Liu HM, Tu YK, Su CT. Changes of brainstem and perimesencephalic cistern: dynamic predictor of outcome in severe head injury. *J Trauma*. 1995;38:330-3.
11. Marshall LF, Marshall SB, Klauber MR, van Berkum Clark M, Eisenberg HM, et al. A new classification of head injury based on computerized tomography. *J Neurosurg*. 1991;75 Suppl:s14-20.
12. Fearnside MR, Cook RJ, McDougall P, McNeil RJ. The Westmead Head Injury Project outcome in severe head injury. A comparative analysis of pre-hospital, clinical and CT variables. *Br J Neurosurg*. 1993;7:267-79.
13. Eisenberg HM, Gary HE, Aldrich EF, Saydjari C, Turner B, Foulkes MA, et al. Initial CT findings in 753 patients with severe head injury. A report from the NIH Traumatic Coma Data Bank. *J Neurosurg*. 1990;73:688-98.
14. Young B, Rapp RP, Norton JA, Haack D, Tibbs PA, Bean JR. Early prediction of outcome in head-injured patients. *J Neurosurg*. 1981;54:300-3.
15. Lipper MH, Kishore PR, Enas GG, Domingues da Silva AA, Choi SC, Becker DP. Computed tomography in the prediction of outcome in head injury. *AJR Am J Roentgenol*. 1985;144:483-6.
16. Lobato RD, Rivas JJ, Gómez PA, Castaneda M, Canizal JM, Sarabia R, et al. Head-injured patients who talk and deteriorate into coma. Analysis of 211 cases studied with computerized tomography. *J Neurosurg*. 1991;75:256-61.
17. Quattrocchi KB, Prasad P, Willits NH, Wagner FC Jr. Quantification of midline shift as a predictor of poor outcome following head injury. *Surg Neurol*. 1991;35:183-8.
18. Selladurai BM, Jayakumar R, Tan YY, Low HC. Outcome prediction in early management of severe head injury: an experience in Malaysia. *Br J Neurosurg*. 1992;6:549-57.
19. Toutant SM, Klauber MR, Marshall LF, Toole BM, Bowers SA, Seelig JM, et al. Absent or compressed basal cisterns on first CT scan: ominous predictors of outcome in severe head injury. *J Neurosurg*. 1984;61:691-4.
20. Marruecos-Sant L, Pérez-Márquez M, Betbese AJ, Rialp G, Molet J, Net A. Craniocerebral trauma in adults: clinical and radiologic features. *Med Clin (Barc)*. 1996;107:405-9.
21. Van Dongen KJ, Braakman R, Gelpke GJ. The prognostic value of computerized tomography in comatose head-injured patients. *J Neurosurg*. 1983;59:951-7.
22. Cordobés F, Lobato RD, Rivas JJ, Cabrera A, Sarabia M, Castro S, et al. Post-traumatic diffuse axonal brain injury. Analysis of 78 patients studied with computed tomography. *Acta Neurochir (Wien)*. 1986;81:27-35.
23. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med*. 1985;13:818-29.
24. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new simplified acute physiology score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*. 1993;270:2957-63.
25. Rivera-Fernández R, Vázquez-Mata G, Bravo M, Aguayo-Hoyos E, Zimmerman J, Wagner D, et al. The Apache III prognostic system: customized mortality predictions for Spanish ICU patients. *Intensive Care Med*. 1998;24:574-81.
26. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA, Zimmerman JE, Bergner M, Bastos PG, et al. The Apache III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest*. 1991;100:1619-36.
27. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under receiver operating characteristics (ROC) curve. *Radiology*. 1982;143:29-36.
28. García Delgado M, Rivera Fernández R, De la Chica Ruiz-Ruano R, Fernández Mondejar E, Navarrete Navarro P, Vázquez Mata G. Análisis de mortalidad en una unidad de cuidados intensivos neurotraumatológica según el sistema APACHE III. *Med Intensiva*. 2001;25:223-6.
29. Navarrete-Navarro P, Rivera-Fernández R, López-Mutuberria MT, Galindo I, Murillo F, Domínguez JM, et al. Outcome prediction in terms of functional disability and mortality at 1 year among ICU-admitted severe stroke patients: a prospective epidemiological study in the south of the European Union (Evascan Project, Andalusia, Spain). *Intensive Care Med*. 2003;29:1237-44.
30. Vázquez Mata G, Rivera Fernández R, Pérez Aragon A, González Carmona A, Fernández Mondéjar E, Navarrete Navarro P. Analysis of quality of life in polytraumatized patients two years after discharge from an intensive care unit. *J Trauma*. 1996;41:326-32.