

## Acta Médica

Grupo Ángeles

Volumen **3**  
Volume

Número **4**  
Number




Octubre-Diciembre **2005**  
October-December

*Artículo:*




### Validación de un modelo matemático predictivo de mortalidad en la UTI del Hospital Ángeles Mocel

Derechos reservados, Copyright © 2005:  
Grupo Ángeles Servicios de Salud

**Otras secciones de  
este sitio:**

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

***Others sections in  
this web site:***

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



[medigraphic.com](http://medigraphic.com)



## Validación de un modelo matemático predictivo de mortalidad en la UTI del Hospital Ángeles Mocel

Azucena Noriega Paredes,\* Ignacio Morales Camporredondo,\*\*  
Luis David Sánchez Velásquez,\*\*\* Alejandro Pizaña Dávila\*\*\*\*

### Resumen

El reto de adoptar valoraciones pronósticas de mortalidad es fundamental para evaluar la calidad de la atención y racionalizar los recursos. No existen estudios nacionales que informen de la razón de mortalidad estandarizada (RME) de los hospitales que permita evaluar el desempeño de las unidades de terapia intensiva (UTI). **Objetivos:** Determinar la discriminación y la calibración del modelo APACHE II y la RME de la UTI del Hospital Mocel durante 2004. **Material y métodos:** Estudio observacional, longitudinal y homodémico. Todos los pacientes admitidos a la UTI durante el periodo de estudio. Sitio: UTI mixta de un hospital general privado. Periodo: 1º de marzo del 2004 al 28 de febrero del 2005. Variables: Demográficas y APACHE II. Estadística: Descriptiva e inferencial, RME, discriminación con área bajo la curva (ROC), calibración con  $\chi^2$  de Hosmer-Lemeshow y medición del intervalo de confianza según Rapoport. **Resultados:** Un total de 332 enfermos, 140 mujeres (42.2%) y 192 hombres (57.8%), edad  $63 \pm 17$  (16-95 años). La RME fue 0.82 ( $IC_{95\%}$  0.63-1.01). El área bajo la ROC fue  $0.828 \pm 0.027$  ( $p < 0.001$ ) y la  $\chi^2_{H-L}$  fue 5.041 ( $p = NS$ ). **Conclusión:** El modelo APACHE II aplicado a la población estudiada mostró una adecuada discriminación y apropiada calibración, por lo que puede utilizarse como indicador de la calidad de la atención.

**Palabras clave:** APACHE II, Razón de mortalidad estandarizada, calibración, calidad de la atención.

### Summary

The challenge of adopting prognostic assessments of mortality is fundamental for the evaluation of the quality of attention and to rationalize resources. There are no national studies that inform on the standard mortality ratio (SMR) of the hospitals that can allow for the assessment of the accomplishment in intensive care units (ICU). **Objectives:** Determine the discrimination and the calibration of the APACHE II model and the SMR in the ICU of the Mocel Hospital during the year 2004. **Material and methods:** Observational, longitudinal and homodemic study. All the patients admitted into the ICU during the study period. Site: mixed ICU of a general private hospital. Period: March 1, 2004 to February 28, 2005. Variables: Demographic and APACHE II. Statistics: Descriptive and inferential, SMR, discrimination with area under the curve (ROC), calibration with the Hosmer-Lemeshow  $\chi^2$  and measurement of the confidence interval according to Rapoport. **Results:** A total of 332 patients, 140 women (42.2%) and 192 men (57.8%), age  $63 \pm 17$  (16-95 years). The SMR was 0.82 ( $CI_{95\%}$  0.63-1.01). The area under the ROC curve was  $0.828 \pm 0.027$  ( $p < 0.001$ ) and the  $\chi^2_{H-L}$  was 5.041 ( $p = NS$ ). **Conclusion:** The APACHE II model applied to the studied population showed adequate discrimination and appropriate calibration for which it can be used as an indicator of quality of attention. The SMR was less than 1 translating into an excellent quality of medical attention.

**Key words:** APACHE II, standard mortality ratio, calibration, quality of attention.

\* Diplomada del Curso Universitario de Medicina del Enfermo en Estado Crítico del Hospital Ángeles Mocel.

\*\* Jefe de la División de Medicina Crítica del Hospital Ángeles Mocel.

\*\*\* Investigador asociado "D" en la Unidad de Investigación Médica en Epidemiología Hospitalaria, Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS.

\*\*\*\* Médico adscrito a la División de Medicina Crítica del Hospital Ángeles Mocel.

### Correspondencia:

Dr. Ignacio Morales Camporredondo

Gelati Núm. 33-404, Col. San Miguel Chapultepec 11850. Del. Miguel Hidalgo.

Correo electrónico: morcami@yahoo.com

Aceptado: 10-11-2005.

## INTRODUCCIÓN

Es obligación primaria del médico analizar el concepto riesgo-beneficio antes de internar a un enfermo grave en las áreas de medicina crítica. Además, en la actualidad se han limitado los recursos materiales en la mayoría de las instituciones, por lo que el concepto de racionalización de los recursos ha tomado aún mayor importancia, es por eso que la predicción de los resultados es una herramienta indispensable para controlar y valorar grupos de pacientes en las distintas unidades, lo que facilita la toma de decisiones, además de realizar controles de calidad y ensayos clínicos.<sup>1</sup> Los pronósticos basados en la experiencia acumulada según la recuperabilidad funcional, tiempo de curación o grado de mortalidad no son suficientes para una práctica clínica correcta y para racionalizar los recursos; entonces la falta de predicción es causa de confusión respecto a la eficacia y valor del cuidado crítico.

Asimismo los modelos de predicción tienen, en la actualidad, implicaciones clínicas y económicas trascendentales.<sup>2,3</sup> La finalidad de su uso es determinar la calidad de la atención y, por tanto guiar y monitorizar el tratamiento de cada paciente.<sup>4-6</sup>

Desde 1980 se han descrito muchas escalas de predicción de resultados.<sup>7-9</sup> Dos tipos de escalas se han desarrollado para el uso en los pacientes en UTI: a) Aquéllas enfocadas principalmente al resultado final, la sobrevida, y b) aquéllas enfocadas a describir las comorbilidades que les acompañan, escalas de falla orgánica.<sup>6</sup>

Los índices de gravedad se orientan a la evaluación de la mortalidad, el Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II), el Simplified Acute Physiology Score (SAPS) y los Mortality Probability Models (MPM). Mientras que otros modelos evalúan el consumo de recursos tales como el Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) y el Nine Equivalents of Nursing Manpower use Score (NEMS).<sup>6</sup> También se han diseñado escalas de evaluación de la función orgánica, o incluso marcadores biológicos con predictores de disfunción orgánica, aunque finalmente son sólo descriptores de la función orgánica que correlacionan con la mortalidad, pero el pronóstico no es su principal objetivo; sin embargo, se complementan para la descripción de poblaciones de pacientes en la UTI.<sup>6,12</sup>

Las características metodológicas de estos sistemas son: 1) calibración (capacidad para dar un riesgo estimado que corresponda con la mortalidad observada) y discriminación (capacidad para determinar los pacientes sobrevivientes y los que fallecerán) que se obtiene por una curva de receptor operativo (ROC), y 2) reproducibilidad y transportabilidad (que se pueda utilizar en varios países con una amplia variabilidad de pacientes), la presencia de es-

tas características califican la fiabilidad del instrumento.<sup>4,7,8</sup> Un modelo se describe como ser discriminante si predice mejor las probabilidades de muerte entre quienes murieron y aquellos que sobrevivieron. Un modelo se describe como que es calibrado cuando predice la razón de mortalidad predicha para la población, igual que la razón de mortalidad observada. La discriminación es más importante para decisiones de pacientes individuales y la calibración es más importante para evaluación de la atención en hospitales.<sup>12</sup> Sin embargo, son imperfectos y de difícil adaptación a todo tipo de poblaciones, por lo que no deben ser el único instrumento que se debe considerar en la toma de decisiones.<sup>6</sup>

En la práctica clínica, la aplicación de un modelo determinado en una UTI específica puede mostrar una falta de precisión debida, en la mayoría de las ocasiones, a una pérdida de calibración.

La mortalidad es el primer marcador utilizado para la valoración de la atención y es expresión de la calidad y eficacia del tratamiento,<sup>1,5</sup> los modelos disponibles para su evaluación predicen resultados dicotómicos –muerte o sobrevida–, las variables dicotómicas son registradas como el resultado ocurrido: muerte = 1, resultado no ocurrido: sobrevida = 0. Sin embargo, la cantidad presentada en un modelo de regresión logística no es 1 ó 0, en su lugar, es el logaritmo natural de las posibilidades del evento (muerte), las posibilidades son la probabilidad de que el evento ocurra [muerte con probabilidad ( $P$ ) dividido por la probabilidad de que el evento no ocurra (sobrevida, o  $1-P$ )]. Así, el modelo de regresión logística puede ser usado para calcular  $P$ , la probabilidad de muerte. Un modelo es generalmente desarrollado en una base de datos, y después es validado a través de otra base de datos.<sup>6</sup>

Entre otros, el sistema APACHE II es uno de los modelos de predicción de mortalidad más usados en la UTI, publicado en 1985, usó una escala de puntuación basada en valores de 12 mediciones fisiológicas rutinarias, que dan una evaluación general del estado de salud del paciente. Se registra el peor valor tomado durante las primeras 24 horas en la UTI, su validación se realizó en 13 hospitales que registraron 5,815 admisiones a la UTI, a su ingreso a todos los pacientes se les asignó un diagnóstico de acuerdo a la principal causa de ingreso, si no se podía clasificar, se le asignó una categoría de acuerdo a falla o insuficiencia de un órgano o sistema: neurológico, cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal o renal/metabólico; para cada aumento de 5 puntos hubo un aumento significativo de la tasa de mortalidad ( $p < 0.001$ ), el riesgo global de la muerte hospitalaria varió de acuerdo a la enfermedad. El valor máximo posible es 71, y los resultados altos correlacionan con la tasa de mortalidad.<sup>13</sup>

La tasa cruda de mortalidad no permite comparaciones interhospitalarias significativas debido a que no hay ajuste para diferentes poblaciones, aunque en teoría sólo se requiere ajustar un modelo de mortalidad para una mezcla de casos,<sup>14</sup> para lo cual se utilizó la razón de mortalidad estandarizada (RME) que se calcula dividiendo la mortalidad observada entre la mortalidad predicha, el producto ideal debe ser 1 ó menor, y cuantifica la calidad de la atención comparando la tasa de mortalidad hospitalaria en UTI con la predicha por un sistema de evaluación pronóstica, entonces si para una UTI en particular la RME es  $< 1$  el resultado global para esa unidad es mucho mejor que para los de referencia y sugieren un nivel de cuidados superior.<sup>15-18</sup>

Rapoport y cols., reportaron en un estudio multicéntrico europeo-americano otro abordaje para evaluar el rendimiento clínico. Consiste en calcular un intervalo de confianza para el porcentaje del número observado de muerte sobre el número esperado de muerte, basado en el modelo de predicción de mortalidad, usando un abordaje paramétrico para construir el intervalo de confiabilidad como  $([\text{No. de muertes observadas}] \pm z_{1-\alpha} \sigma) / (\text{No. de muertes esperadas})$ .<sup>17</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio observacional, longitudinal, homodémico, de cohorte y con recolección prolectiva de la información. Se realizó en la UTI polivalente que posee 10 camas de un hospital general privado con 124 camas, del 1 de marzo del 2004 al 28 de febrero del 2005. Se incluyeron todos los enfermos hospitalizados en la UTI durante el periodo de estudio, mayores de 16 años. Se registraron variables, clínicas, paraclínicas y terapéuticas. Al ingreso a la UTI se evaluó si el enfermo reunía los criterios de inclusión. En caso de reunir los criterios de inclusión, se consignaron las variables demográficas, clínicas y diagnósticas del enfermo en la hoja de captura. A las 24 horas de estancia en la UTI se calculó el puntaje APACHE II,<sup>19</sup> se consignaron las variables fisiológicas, diagnósticas y de intervención ya referidas. Al egreso de UTI se determinó el motivo de egreso de la UTI. Al egreso hospitalario se consignó el motivo de egreso hospitalario. Se realizó estadística descriptiva (medidas de tendencia central y de dispersión) para cada variable. La

variable de interés primario o variable dependiente es la mortalidad observada. Se realizaron las siguientes pruebas estadísticas: 1) Razón de mortalidad estandarizada, 2) Prueba de discriminación con área bajo la curva de receptor operativo (ROC). 3) Prueba de calibración con  $\chi^2$  de Hosmer-Lemeshow. La información se manejó en una base de datos elaborada *ex profeso* en el programa SPSS® versión 10.0 (SPSS®, Chicago, Ill).

## RESULTADOS

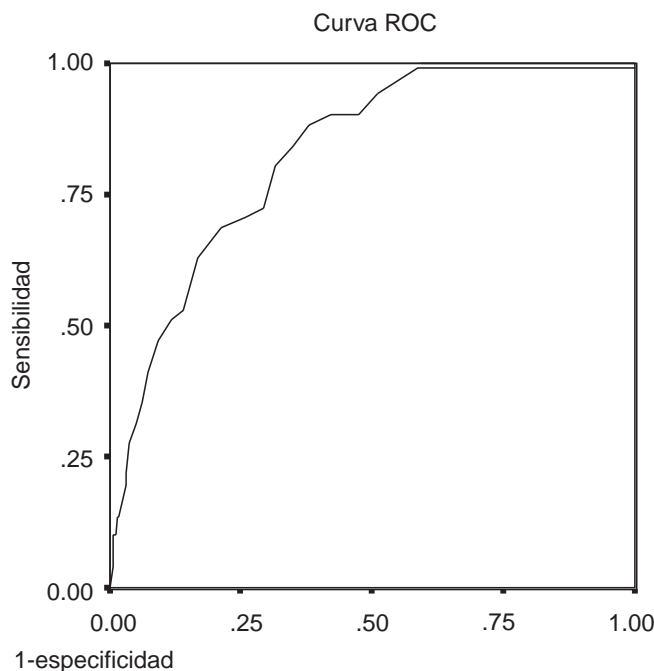
Se analizaron todos los casos admitidos a la UTI del Hospital Ángeles Mocel durante el periodo comprendido del 1 de marzo del 2004 al 28 de febrero del 2005, con un total de 332 casos, de los cuales se eliminaron 2 por no contar con expediente completo, fueron 140 mujeres (42.2%) y 192 hombres (57.8%), con edad  $63 \pm 17$  (16-95 años) y calificación fisiológica aguda  $9.1 \pm 6.9$  (0-31) (Cuadro I). El mayor porcentaje de enfermos provino de urgencias, en segundo lugar de quirófano y, finalmente de piso; de los enfermos procedentes de quirófano en mayor grado debido a cirugía electiva. Se observó mortalidad temprana (antes de cumplir 24 h en la unidad) en el 8.4% de la muestra.

El motivo de alta hospitalaria fue por mejoría 206 (65.1%), defunción 79 (23.8%), traslado 27 (8.1%) y reingreso a la UTI 10 (3%); el motivo de alta de la UTI fue mejoría 242 (72.9%), defunción 56 (16.9%), traslado 18 (5.4%) y máximo beneficio 16 (4.8%). El 20% de la población ingresó con comorbilidad previa: en orden de mayor frecuencia: Insuficiencia respiratoria 25 (8%), renal 16 (5%), cardíaca (4.9%), hepática 10 (3%) e inmunológica 14 (4.6%). La mortalidad predicha  $20.4 \pm 20.7$  (0.9-94.1). La mortalidad observada fue del 16.7%, el tiempo de estancia en UTI  $5.3 \pm 5.7$  (1-35), estancia hospitalaria  $12.4 \pm 11.2$  (1-67), NEMS diario  $25.5 \pm 21.8$ , Bruselas  $4.9 \pm 4.2$  (0-20), NEMS total  $157 \pm 191$  (9-1260). La razón de mortalidad estandarizada fue 0.82 (IC<sub>95%</sub> 0.63-1.01), lo que demuestra muy buena calidad de la atención o resultados del rendimiento de la unidad.

El área bajo la curva ROC fue de  $0.828 \pm 0.027$  ( $p < 0.001$ ) y la  $\chi^2_{H-L}$  fue 5.041 ( $p = \text{NS}$ ), traduciendo excelente capacidad discriminativa y calibración del modelo matemático (Figura 1 y Cuadro I).

**Cuadro I.** Calibración y discriminación del APACHE II.

Área	EE	IC <sub>95%</sub>	P	$\chi^2_{H-L}$	DF	P
0.828	0.027	0.774-0.881	$< 0.001$	5.041	8	0.753



**Figura 1.** Área bajo la curva del APACHE II.

## DISCUSIÓN

Evaluar la calidad de la atención de una UTI polivalente es difícil ya que existen diferentes sistemas de valoración de la gravedad de la enfermedad. En áreas específicas, como para infarto miocárdico, post-cirugía cardíaca, trauma, obstetricia o quemaduras, los modelos usados al ser particulares, son más precisos. Entonces utilizar un modelo de predicción de la mortalidad a veces no es fidedigno, este problema es común en muchas unidades en todo el mundo, por lo que se han realizado varios estudios para calibrar los sistemas de evaluación y ajustarlos a las unidades de aplicación y de esta manera determinar si son útiles a esas unidades.<sup>19-21</sup>

La calidad de la atención ha sido definida por el Instituto de Medicina como “el grado al cual los servicios de salud incrementan la probabilidad de los resultados de salud deseados por individuos y poblaciones”.<sup>22</sup>

Los modelos para predicción de mortalidad han sido utilizados para llevar a cabo ajuste de riesgo sobre la tasa de mortalidad en UTI y para comparar resultados a través de las UTI. En ese sentido reside la oportunidad para descubrir e instituir “mejores prácticas” para mejorar la calidad.<sup>22</sup>

La tasa de mortalidad cruda no puede ser usada para medir el rendimiento de una UTI porque no se ajusta para diferentes casos mixtos de pacientes y gravedad de la en-

fermedad. Sin embargo, la RME es una excelente herramienta que estandariza las variables de interés para mortalidad y permite realizar benchmarking entre UTI.<sup>21</sup>

El reto para predecir de manera prospectiva qué pacientes podrían morir a pesar de la atención en una UTI para tomar la decisión de a quiénes interrumpir o negar la estancia en estas unidades es el objetivo de muchos estudios en diferentes unidades con poblaciones heterogéneas.

Recientes avances en el modelo de resultados médicos para pacientes individuales ha hecho posible derivar probabilidades de muerte, tales probabilidades representan gravedad de enfermedades, y pueden ser usadas en comparación del rendimiento de diferentes UTI, estas comparaciones que son útiles en muchos ámbitos tales como esferas clínicas, administrativas, de enseñanza e investigación. Algunos artículos reportaron el uso de mediciones de gravedad como parte de estudios que relatan características organizacionales para el rendimiento de una UTI y comparan los rendimientos de hospitales de enseñanza y no enseñanza.<sup>21,22</sup>

Sánchez,<sup>20</sup> reportó en una revisión de 5 años el trabajo de la UTI del Hospital Ángeles de las Lomas una RME de 0.74, así como otros indicadores de la calidad de la atención por debajo de las referencias mundiales, en este estudio se utilizaron como variables de referencia la escala de APACHE II, la RME, estancia hospitalaria y en la UTI y NEMS.<sup>20</sup> En este estudio como en el nuestro algunos de los indicadores de la calidad de la atención como el porcentaje de reintubación (2.6%), reingreso (3%) o tiempo de estancia hospitalaria y por supuesto la razón de mortalidad estandarizada estuvieron por debajo de los límites de referencia establecidos.

Varios estudios han citado frecuentemente el modelo pronóstico de APACHE II como predictor de mortalidad con buena calibración y algunos refieren que la mortalidad predicha por esta escala es sobreestimada, sobre todo en un grupo de población específica como la obstétrica.<sup>20,21</sup>

La RME de la UTI del Hospital Ángeles Mocel fue de 0.82 (IC<sub>95</sub> 0.63-1.01). El modelo APACHE II demostró una adecuada discriminación ( $\chi^2_{H-L} = 5.045$ ,  $p = 0.752$ ) lo cual ajusta el modelo adecuadamente al tipo de población atendida como buen predictor de la mortalidad.

El Instituto de Medicina de EUA recomendó 6 objetivos para mejorar la calidad de la atención. Estos objetivos son: seguridad, efectividad, equidad, oportunidad, individualización y eficiencia.<sup>22</sup>

La importancia del conocimiento de los componentes de la calidad ha sido reconocida y estudiada por cerca de 30 años, con aumento de la atención hacia ese aspecto, sobre todo en países en desarrollo, la racionalización de

los recursos adquiere una importancia significativa que traduce en mejoría de la atención. El intento más reciente para caracterizar la calidad del cuidado de salud y el paradigma prevalente para la evaluación de servicios clínicos se detalla en el reporte del Instituto de Medicina (IOM), estos objetivos descritos suponen los campos fundamentales que necesitan ser dirigidos para mejorar los servicios de cuidados de la salud.

## CONCLUSIONES

El modelo APACHE II aplicado a la población admitida a la UTI del Hospital Ángeles Mocel para predicción de la mortalidad, observado durante el periodo de estudio, mostró tener una adecuada discriminación y calibración, por lo que demuestra su utilidad para tomar en cuenta al momento de decidir la población de pacientes con mayor probabilidad de sobrevivir y por lo tanto la distribución de los recursos terapéuticos. La razón de mortalidad estandarizada observada fue de 0.82, que sugiere una adecuada calidad de la atención. Esta información se empleará para continuar el estudio de calidad de la atención en la UTI del Hospital Mocel a través del empleo del método propuesto por Rapoport y cols. que emplea el desempeño clínico estandarizado y el desempeño administrativo estandarizado.<sup>35</sup>

## REFERENCIAS

- García LE, Manzano AJL. Factores predictores de mortalidad tras el alta de la unidad de Medicina intensiva. *Med Intensiva* 2001; 25: 179-186.
- Ruiz J, Martín MC. Acerca de la evaluación del ejercicio de la medicina intensiva. *Med Intensiva* 2004; 28: 70-74.
- Tasnim S, Cook. Guidelines in the intensive care unit. *Clin Chest Med* 2003; 24: 739-749.
- Herridge MS. Prognostication and intensive care unit outcome: the evolving role of scoring systems. *Clin Chest Med* 2003; 24: 751-762.
- Gordon DR, Randall JC. Improving care for patients dying in the intensive care unit. *Clin Chest Med* 2003; 24: 763-773.
- Vincent JL, Ferreira M. Scoring systems form assessing organ dysfunction and survival. *Crit Care Clinics* 2000; 16: 353-366.
- Armec S, Gasparovic V. Comparison of APACHE II, MEES and Glasgow Coma Scale in patients with nontraumatic coma for prediction of mortality. *Critical Care* 2001; 5: 19-23.
- Papacham JV, Millar B et al. Comparison of outcome from intensive care admission after adjustment for case mix by the APACHE III prognostic system. *Chest* 1999; 115: 802-810.
- Glance L, Osler T, Shinozaki T. Intensive Care unit prognostic scoring systems to predict death: A cost-effectiveness analysis. *Crit Care Med* 1998; 26: 1842-1849.
- Miranda DR, Nap R, Biostat de Rijk A et al. Nursing activities score. *Crit Care Med* 2003; 31: 374-382.
- Rothen HU, Küng V et al. Validation of «nine equivalents of nursing manpower use score» on an independent data sample. *Intensive Care Med* 1999; 25: 600-611.
- Barnato AE, Angus DC. Value and role of intensive care unit outcome prediction models in end-of-life decision making. *Crit Care Clin* 2004; 20: 345-362.
- Kanus W, Draper EA et al. APACHE II: A severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 13: 818-829.
- Boyd O, Grounds M et al. Can standardized mortality ratio be used to compared quality of intensive care unit performance? *Crit Care Med* 1994; 22: 1706-1708.
- Glance L, Osler T, Shinozaki T. Effect of varying the case mix on the standardized mortality ratio and W statistic. *Chest* 2000; 117: 1112-1117.
- Papachan JV, Millar B, Bennett D, Smith GB. Comparison of outcome from intensive care admission after adjustment for case Mix by the APACHE III prognostic system. *Chest* 1999; 115: 802-810.
- Rapoport J, Teres D, Lemeshow S, Gehlbach S. A method for assessing the clinical performance and cost-effectiveness of intensive care units: A multicenter inception cohort study. *Crit Care Med* 1994; 22: 1385-1391.
- Moreno R, Miranda DR, Fidler VF, Van Schilfgaarde R. Evaluation of two outcome prediction models on an independent database. *Crit Care Med* 1998; 26: 50-61.
- Glance LG, Osler TM, Dick A. Rating the quality of intensive care units: Is it a function of the intensive care unit scoring system? *Crit Care Med* 2002; 30: 1976-1982.
- Sánchez VLD. Cinco años de experiencia en la unidad de terapia intensiva del Hospital Ángeles de las Lomas. *Acta Médica Grupo Ángeles* 2004; 2: 151-157.
- Afessa B, Green B, Delke I, Koch K. Systemic inflammatory response syndrome, organ failure, and outcome in critically ill obstetric patients treated in ICU. *Chest* 2001; 120: 1271-1277.
- Slonim A, Pollack M. Integrating the Institute of Medicine's six quality aim into pediatric critical care: Relevance and applications. *Pediatric Crit Care Med* 2005; 6: 264-270.

