

## Tema de investigación

Revista de la Asociación Mexicana de  
**Medicina**  
**Critica** Y TERAPIA INTENSIVA

Vol. XXVI, Núm. 4 / Oct.-Dic. 2012  
pp 234-241

## Tercer lugar Premio «Dr. Mario Shapiro»

## Escalas pronósticas en la Unidad de Terapia Intensiva

José Fidencio Mata Vicente\*

### RESUMEN

Las escalas pronósticas son instrumentos que nos permiten estandarizar datos para poder compararlos posteriormente. En las Unidades de Cuidados Intensivos se manejan principalmente 4 escalas: APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation), SAPS (Simplified Acute Physiology Score), MPM (Mortality Probability Models) y SOFA (Sequential Organ Failure Assessment). Estas unidades médicas nos brindan un entorno más adecuado para aplicar las escalas de predicción. Estos sistemas se desarrollan a partir de grandes grupos de pacientes y tienen como finalidad orientar al clínico en la toma de decisiones con un sustento científico.

**Palabras clave:** Mortalidad, pronóstico, medición, resultados, instrumentos, predictores.

### ¿QUÉ SON LAS ESCALAS PRONÓSTICAS?

Son instrumentos que nos permiten comparar variables y formar un criterio de diagnóstico, de manejo o como su nombre lo indica de pronóstico; por ejemplo, nos permite comparar grupos de pacientes y su gravedad, pero además predecir su comportamiento clínico. Estas medidas o los resultados de ellas se utilizan para apoyar la toma de decisiones clínicas, para normalizar la investigación e incluso se pueden utilizar para comparar la calidad de la atención entre diferen-

### SUMMARY

Prognostic scales are tools that allow us to standardize data for comparison later. In the Intensive Care Units are handled mainly 4 scales: APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation), SAPS (Simplified Acute Physiology Score), MPM (Mortality Probability Models) and SOFA (Sequential Organ Failure Assessment). These medical units give us a better environment to implement the prediction scales. These systems are developed from large groups of patients and are intended to guide the clinician in making decisions on a scientific basis.

**Key words:** Mortality, prognosis, measurement, results, tools, predictors.

tes terapias intensivas. Son muchos los sistemas de escalas de puntuación médica que se utilizan dentro de las terapias intensivas, de ellas podemos mencionar la de APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation); SAPS (Simplified Acute Physiology Score), MPM (Mortality Probability Models) y SOFA (Sequential Organ Failure Assessment).

### ¿PARA QUÉ SIRVEN LAS ESCALAS MÉDICAS?

Se utilizan para poder evaluar y conocer el comportamiento de un fenómeno o como patrón de medición, por ejemplo en el dolo: escala de EVA (Escala visual analógica).

### ¿QUIÉN HACE UNA ESCALA MÉDICA?

Estas escalas son diseñadas por los diferentes servicios y tratan de cumplir y medir fenómenos fre-

\* Unidad de Terapia Intensiva. Hospital de la Fundación Clínica Médica Sur.

Fecha de recepción: 22 de julio 2012  
Fecha de aceptación: 15 de agosto 2012

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/medicinacritica>

cuentes y que nos interesan, por su impacto en la evolución del paciente; por ejemplo la posibilidad de muerte o recuperación.

### ¿QUÉ FASES TIENE UNA ESCALA PRONÓSTICA?

Las escalas pronósticas tienen una primera fase de diseño en la que se seleccionan las variables más significativas y de mayor impacto y una segunda fase de validación en la cual se prueba que realmente la escala sirve para medir las variables que ya seleccionamos.

### ¿CÓMO FUNCIONAN ESTOS SISTEMAS DE PREDICCIÓN?

Generalmente se traducen a valores numéricos y se asignan a escalas de gravedad a partir de variables clínicas o de laboratorio. Se genera entonces una ecuación matemática cuya solución es la probabilidad de un resultado, por lo general la mortalidad.

Sin embargo, estas escalas tienen la particularidad de no poder predecir resultados para poblaciones para las que no fueron diseñadas. Por ejemplo, los sistemas de predicción diseñados para la UCI sólo se pueden utilizar y serán válidos en la UCI.

### CARACTERÍSTICAS QUE DEBE DE TENER UNA ESCALA MÉDICA

Básicamente debe cumplir con 2 características importantes: la primera: deben ser fáciles de usar, y la segunda, deben medir un resultado que impacte. Es de suma importancia cumplir con el primer requisito ya que la medición de parámetros y la recopilación de datos es un proceso lento y en ocasiones muy costoso. El segundo requisito puede ser cubierto al medir por ejemplo la mortalidad a corto o largo plazo.

### DEBE SER POSIBLE AJUSTAR DOS CARACTERÍSTICAS QUE SON LA DISCRIMINACIÓN Y LA CALIBRACIÓN

La discriminación describe la exactitud de una predicción dada; por ejemplo decimos que nuestro instrumento tiene buena discriminación si es capaz de predecir una mortalidad de 90% para una entidad dada. La discriminación será perfecta si se observa en realidad una mortalidad de 90%.

La calibración se refiere a cómo el instrumento realiza un rango o intervalo de mortalidad prevista.

Por ejemplo, se puede calibrar para predecir la mortalidad al 90, 50 y 20%.

### LOS CUATRO SISTEMAS DE ESCALAS MÉDICAS MÁS UTILIZADOS

Las versiones más recientes de APACHE incluyen de la II a la IV; estas escalas son ampliamente usadas no sólo en los Estados Unidos sino en el mundo entero.<sup>1</sup> La puntuación de gravedad resultante se introduce en una ecuación de regresión logística, la cual arroja un resultado que al compararse con los previamente obtenidos para un grupo similar, podrá predecir la mortalidad. Las variables que se manejan difieren según las versiones, pero en general incluyen factores como la edad, el diagnóstico, variables fisiológicas agudas y crónicas y estado previo de salud. APACHE utiliza los peores valores de las variables de las primeras 24 horas al ingreso a la UCI.<sup>2</sup>

Todos los modelos APACHE tienen discriminación excelente pero su precisión es muy variable y esto depende de la evolución de los tratamientos y otros factores que pueden influir en los cambios de la mortalidad (*cuadro I*).

Podemos inferir que el sistema APACHE es imperfecto y que su resultado no reflejará con exactitud el pronóstico para cualquier subgrupo de pacientes específico (por ejemplo insuficiencia hepática, sepsis, etc.) y que la mortalidad esperada será menor que la mortalidad observada entre los pacientes de la UCI.<sup>2-4</sup>

Para el sistema APACHE III se han añadido variables tales como impresión diagnóstica, ubicación donde recibió el tratamiento previo, entre otros;<sup>5</sup> esto le confiere mayor poder pronóstico, además de tener la característica de actualizar a diario los datos clínicos con el fin de recalcular con esos nuevos parámetros la posibilidad de mortalidad. Sin lugar a dudas es esta característica la que le confiere un mayor poder predictivo en comparación con una proyección basada en la observación de 24 horas de ingreso a una UCI.<sup>6</sup> Sin embargo, ninguno de estos estudios ha demostrado ser superior para la toma de decisiones en comparación con la efectividad de la comunicación familiares-médico-paciente.<sup>7</sup>

Los nuevos modelos estadísticos como APACHE IV poseen nuevas secuencias de ecuaciones y otras variables que involucran gran cantidad de pacientes que ingresaron a la UCI (110,588) y que según los resultados arrojados por los estudios de Zimmerman<sup>8,9</sup> son capaces de predecir mejor la mortalidad en comparación con la versión previa (APACHE III),

Cuadro I.

APS	Puntuación APACHE II									
	4	3	2	1	0	1	2	3	4	
T <sup>a</sup> rectal (°C)	> 40.9	39-40.9		38.5-38.9	36-38.4	34-35.9	32-33.9	30-31.9	< 30	
Pres. arterial media	> 159	130-159	110-129		70-109		50-69		< 50	
Frec. cardiaca	> 179	140-179	110-129		70-109		55-69	40-54	< 40	
Frec. respiratoria	> 49	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		< 6	
Oxigenación:										
Sí FiO <sub>2</sub> > 0.5 (AaDO <sub>2</sub> )	> 499	350-499	200-349		< 200					
Sí FiO <sub>2</sub> < 0.5 (PaO <sub>2</sub> )					> 70	61-70		56-60	< 56	
pH arterial	> 7.69	7.60-7.69		7.50-7.59	7.33-7.49		7.25-7.32	7.15-7.24	< 7.15	
Na plasmático (mmol/L)	> 179	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	< 111	
K plasmático (mmol/L)	> 6.9	6.0-6.9		5.5-5.9	3.5-5.4	3.0-3.4	2.5-2.9		< 2.5	
Creatinina * (mg/dL)	> 3.4	2-3.4	1.5-1.9		0.6-1.4		0.6			
Hematocrito (%)	> 59.9		50-59.9	46-49.9	30-45.9		20-29.9		< 20	
Leucocitos (x 1,000)	> 39.9		20-39.9	15-19.9	3-14.9		1-2.9		< 1	
Suma de puntos APS										
Total APS										
15-GCS										
Edad	Puntuación	Enfermedad crónica		Puntos APS (A)	Puntos GCS (B)	Puntos edad (C)	Puntos enfermedad previa (D)			
< 44	0	Postoperatorio programado	2					Total puntos APACHE II (A + B + C + D)		
45-54	2	Postoperatorio urgente o médico	5							
55-64	3									
65-74	5									
> 75	6									
Enfermedad crónica: Hepática: cirrosis (biopsia) o hipertensión portal o episodio previo de fallo hepático Cardiovascular: Disnea o angina de reposo (clase IV de la NYHA) Respiratoria: EPOC grave, con hipercapnia, policitemia o hipertensión pulmonar Renal: diálisis crónica Inmunocomprometido: tratamiento inmunosupresor inmunodeficiencia crónica										

Modificado de Knaus WA et al. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-29.

pero además, y como novedad, son capaces de predecir la duración de la estancia en la UCI (*cuadro II*).

El SAPS (Puntuación simplificada aguda fisiológica), esta escala simplifica la recopilación de datos y el análisis. Sin comprometer la precisión diagnóstica. El SAPS II es la versión más utilizada. Se calcula una puntuación de la gravedad con los peores valores medidos durante las primeras 24 horas, en la UCI utiliza 17 variables.

Esta escala cuenta con 2 tipos básicos de variables, a saber: variables dicotómicas y variables continuas; un ejemplo de las primeras sería la presencia o ausencia de cáncer metastásico y/o SIDA. Y de las segundas, la tensión arterial. Así, las puntuaciones más altas se correlacionan con pacientes más graves.

El SAPS se basó en datos de 8,500 pacientes y se validó con una muestra de 4,500 pacientes.<sup>10</sup> Sus valores pronósticos son adecuados (discriminación y calibración) como lo demostró Castella y cols. En el estudio multicéntrico Europeo-Americano<sup>11</sup> y como sugiere Auriant y cols. Puede ser utilizado en las UCI's medias con excelentes resultados.<sup>12</sup> Sin embargo, tiende a ser menos precisa en grupos de pacientes que ingresaron a la UTI por enfermedad no cardiovascular.<sup>13</sup>

La versión actualizada del SAPS (SAPS III) se ha validado con datos de más de 100 unidades de cuidados intensivos en varios países,<sup>14</sup> sin embargo el estudio italiano con más de 28,000 pacientes y 147 unidades de cuidados intensivos sugiere la posibi-

**Cuadro II. Principales características que poseen las diferentes versiones de la clasificación APACHE.**

Característica	APACHE II	APACHE III	APACHE IV
Es fácil de usar	XX	X	X
Uso ampliamente difundido	XX	X	X
Utiliza parámetros al ingreso	X	X	X
Datos fáciles de colectar	XX	XX	XX
Se actualiza diariamente		X	X
Evaluación terapéutica		XX	XX
Requiere software especial		XX	XX
Predice tiempo de estancia en la UCI		X	XX
Personalizable		X	XX
Poblaciones específicas		X	X
Modifica para estado neurológico			X

**Cuadro III. Modelo de predicción de mortalidad II.**

Parámetro	Valor (1)	Valor (0)
Médico o quirúrgico no programado	Sí	No
Cáncer metastásico		
Cirrosis		
Insuficiencia renal crónica		
Choque a la admisión		
Glasgow 3-5		
Frecuencia cardiaca > 150		
Presión sistólica < 90 mmHg		
Insuficiencia renal aguda		
Arritmia cardiaca		
Accidente vascular cerebral		
Hemorragia digestiva		
Lesión cerebral + efecto de masa		
Ventilación mecánica		

Modificado de Lemeshow S, et al. Mortality probability models (MPM II) based on an international cohort of intensive care patients. *JAMA* 1993;270:2478-86.

lidad de que aun cuando el SAPS III tiene una excelente discriminación tiene una mala calibración;<sup>15</sup> son necesarios estudios adicionales para resolver estos conflictos antes de que el SAPS III se aplique de manera rutinaria en la clínica o la investigación.

El modelo de predicción de mortalidad II (MPM II) es la versión más utilizada. La escala de gravedad

se calcula a partir de 15 variables; estos datos se toman al ingresar el paciente a la UCI (*cuadro III*).

Esta escala es un ejemplo de un modelo dicotómico, es decir, que exceptuando la edad todas las variables están ausentes o presentes; un ejemplo sería la necesidad de procedimiento quirúrgico (Sí/No) o la presencia de apoyo mecánico ventilatorio (Sí/No). La puntuación final entra en una fórmula matemática y este resultado se correlaciona con la posibilidad de muerte o muerte esperada para ese grupo de pacientes.

La puntuación de la escala MPM II de gravedad que se mide al ingreso puede ser refinada más tarde (a las 24 h) mediante la actualización de 7 variables y adición de 6 más (MPM II 0; MPM II 24). Las variables de ingreso actualizadas incluyen coma, efecto de masa intracranial, ventilación mecánica, enfermedad metastásica, cirrosis, el tipo de ingreso y la edad del paciente.

Variables adicionales para MPM II 24:

- Creatinina > 2 mg
- Gasto urinario
- Medicamentos vasoactivos
- Oxigenación arterial
- Tiempo de protrombina

Los resultados de la MPM II 24 se puede comparar con APACHE y SAPS y todas ellas se pueden medir al ingreso y a las 24 horas.

Los pronósticos de MPM II se basan en los resultados de estudios multicéntricos; 12,500 pacientes internacionales,<sup>11</sup> y de acuerdo a los resultados de Lemeshow;<sup>16,17</sup> tiene buena calibración y discriminación, y ya se trabaja sobre la puesta en marcha del MPMIII; que por el momento está calibrado y validado en una cohorte de más de 55,000 pacientes.<sup>18</sup>

SOFA: la evaluación del fallo órgano secuencial; usa mediciones simples para calcular la falla de los principales órganos a lo cual le asigna una puntuación de gravedad. Las puntuaciones se calculan a las 24 horas de ingreso a la UCI y cada 48 horas posteriormente. La media de los puntajes y los puntajes más altos son más predictivos de la mortalidad además de que los resultados que incrementan el delta en un 30% se asocian con mayor predicción (50%) de mortalidad<sup>19</sup> (*cuadro IV*).

El uso de SOFA fue propuesto inicialmente por el grupo de trabajo de *Sepsis* de la Sociedad Europea de Medicina Crítica como una escala pronóstica para los pacientes portadores de la misma. Este

Cuadro IV. Evaluación del fallo órgano secuencial (SOFA).

SOFA score	0	1	2	3	4
Respiratorio					
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg)	> 400	< 400 301-221	< 300 220-142	< 200 141-101	< 100
SaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>					
Coagulación					
Plaquetas 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	> 150	< 150	< 100	< 50	< 20
Hepático					
Bilirrubina (mg/dL)	1.2	12-19	2.0-5.9	6.0-11.9	> 12
Cardiovascular					
Hipotensión	No	TAM < 70	Dopamina < 5 o dobutamina	Dopamina > 5 norepinefrina	Dopamina > 15 norepinefrina
SNC Glasgow	15	13-14	10-12	9-6	< 6
Renal					
Creatinina (mg/dL)	< 1.2	1.2-1.9	2-3.4	3.5-4.9	> 5
Urea output (mg/dL)					

Modificado de Vincent JL, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med* 1996;22:707-10.

instrumento se derivó de una cohorte de 1,449 pacientes ingresados en 40 UCI's de 16 países.<sup>20</sup>

#### COMPARANDO LOS DIFERENTES SISTEMAS PREDICTIVOS

Los 4 principales sistemas de predicción de puntuación de la UCI (APACHE; SOFA; MPM y SAPS) así como sus actualizaciones más recientes tienen aceptable discriminación y calibración.<sup>17,21</sup> Sin embargo hay importantes diferencias y limitaciones entre una y otra escala, hay diferencias entre la recolección de datos, la forma y las ecuaciones que calculan la mortalidad, la eficacia y diferencias entre el costo de cada una de ellas.<sup>22,23</sup>

La forma como se recolectan los datos; los tipos de variables y el momento en que estos datos son recopilados varían entre los sistemas de puntuación predictiva.

Las escalas que utilizan variables de medida (APACHE) requieren de una recolección de datos muy extensa sobre el estado fisiológico de los pacientes<sup>24</sup> y con esos datos son capaces de predecir (una sola toma) la ruta clínica que seguirá un paciente.

Las que utilizan (Timing) o variables de tiempo: (MPM II) se valen de los datos recogidos al ingreso y posteriormente se modifican a las 24 horas. Mientras que otras escalas como el SOFA basan su probabilidad pronóstica en los datos de las 24 horas posteriores a su ingreso y luego se modificarán a las 48 horas.

Los cálculos de las puntuaciones generalmente se sacan sumando la puntuación de las variables categóricas para después compararla contra el gru-

po control y tomarlo como referencia para hacer la probabilidad pronóstica.

También se puede predecir la mortalidad a partir de las puntuaciones de gravedad. Por ejemplo, en APACHE la mortalidad se calcula mediante una ecuación diseñada dentro de un paquete de Software. Mientras que para SOFA los resultados secuenciales de gravedad trazan una trayectoria de la evolución clínica y de esta manera proporcionan una evaluación semicuantitativa de la mortalidad en base al fallo multiorgánico.

Eficacia: aun cuando hasta el momento no ha habido estudios a gran escala que comparen rigurosamente la eficacia de los 4 principales sistemas de predicción en la UCI, los estudios existentes muestran la evidencia de la siguiente forma: el estudio retrospectivo multicéntrico realizado por Kuzniewicz y cols, el cual involucró a 11,300 pacientes en 35 terapias intensivas californianas, comparó los 3 métodos predictivos (APACHE IV; MPM III, SAPS II) encontrando que APACHE IV es la escala que ofrece mejor precisión. Sin embargo, MPM III ofrece una alternativa efectiva cuando el costo y la complejidad de la recopilación de datos fueron considerados obstáculo.<sup>24</sup>

La revisión sistemática publicada por Minne,<sup>21</sup> que involucra SOFA, SAPS II, APACHE II y el sistema de puntuación (APACHE III) encontró que las escalas predictivas APACHE son superiores al resto de los sistemas. Sin embargo, la precisión de los instrumentos (APACHE y SAPS II) mejora en cuanto se combinan con SOFA secuencial.

Los costos: tanto el sistema de puntuación de APACHE III como el IV requieren de inversión en

tecnología informática (derechos de Copy Righ) y por lo tanto tienden a ser más costosos. Otro inconveniente es la dificultad para la compilación de datos. Por el contrario, tanto el sistema APACHE II como el MPM, SAPS y SOFA están disponibles al público y requieren de menor esfuerzo para compilar (menor cantidad) de datos. No requieren de inversión de ordenadores, pago de derechos de autor y los cálculos se hacen fácilmente a partir de ecuaciones ya publicadas.

Estos sistemas pronósticos fueron creados con el objetivo de predecir qué pasaría con los pacientes admitidos en la UTI, sin embargo las puntuaciones de gravedad han demostrado ser de gran utilidad para apoyar la toma de decisiones.<sup>25</sup>

Estas puntuaciones son de gran ayuda para facilitar y comparar las diversas intervenciones, asegurando que se comparan sólo pacientes con riesgos similares.<sup>26</sup> Esto es de gran utilidad cuando en los ensayos clínicos se comparan terapias potenciales, ejemplo de ello son los pacientes con sepsis<sup>27,28</sup> o el caso de pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo.<sup>29,30</sup>

Otra característica de estas escalas es facilitar la evaluación de la calidad de la atención al asegurar que se están comparando pacientes con riesgo de muerte similar. A manera de ejemplo, podemos citar los estudios que compararon las Unidades de Cuidados Intensivos abiertas vs cerradas, personal de tiempo completo en las terapias intensivas<sup>31-36</sup> y aun explicar los diferentes resultados encontrados en los hospitales que cuentan con más de una terapia intensiva dentro de sus instalaciones.<sup>37</sup> Al comparar las terapias intensivas entre hospitales diferentes,<sup>37-39</sup> todos estos estudios han utilizado sistemas de predicción para asegurar que se comparan pacientes con riesgo similar.

Las puntuaciones de gravedad han sido utilizadas para administrar los recursos del hospital, la asignación de los pacientes con puntuaciones de gravedad más bajos para un entorno menos costoso.<sup>40</sup>

## LIMITANTES DE LOS SISTEMAS DE PUNTUACIÓN PREDICTIVOS

La UCI ofrece el entorno ideal para aplicar los sistemas de puntuación de predicción, esto es porque la población está bien definida, los criterios de atención al paciente están bien limitados y hay una gran cantidad de evidencia de que la gravedad de la enfermedad en la UCI es el determinante principal de la mortalidad en ese grupo de pacientes.<sup>41,42</sup>

## SUBCONJUNTOS DE ENFERMOS

Estos sistemas de predicción de puntuación se desarrollaron a partir de grandes conjuntos de datos de pacientes de la UCI. Sin embargo, este conjunto de datos es demasiado pequeño para evaluar las enfermedades por separado. Como resultado, la mortalidad esperada para estos primeros grupos de pacientes portadores de enfermedades específicas (SIDA; hepatopatía, etc.) resulta ser inexacta.<sup>43-45</sup>

**El sesgo tiempo:** Los pacientes que son transferidos de otros hospitales y unidades de cuidados intensivos tienen una mortalidad diferente de lo previsto para el sistema APACHE II; a este fenómeno se le ha denominado el sesgo de tiempo.<sup>3</sup> Para hacer frente a esto se añadieron estos datos a la clasificación de APACHE III y IV; no ha quedado claro si esta variable «sesgo tiempo» afecta a los otros sistemas de puntuación (SAPS, MPM, SOFA).

**Actualizaciones:** todos los sistemas de puntuación y predicción deben ser actualizados de manera periódica con datos recientes o pueden no ser útiles con las nuevas tecnologías, las nuevas prácticas clínicas o cambios en las normas de atención. El impacto por no actualizar los sistemas de puntuación y predicción será una pérdida gradual de la calibración con el tiempo.

## CONCLUSIONES

Cada día los médicos encargados del cuidado de los pacientes críticos se enfrentan a la toma de decisiones complejas que involucran el alcance y la intensidad del tratamiento, así como comparar los resultados de las terapéuticas emergentes. La finalidad de las escalas pronósticas es ofrecer información objetiva que facilite dicha decisión. Las escalas pronósticas analizadas ofrecen excelente calibración y discriminación pero deben actualizarse periódicamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cowen JS, Kelley MA. Errors and bias in using predictive scoring systems. *Crit Care Clin* 1994;10:53.
2. Ho KM, Dobb GJ, Knuiman M, et al. A comparison of admission and worst 24-hour acute physiology and chronic health evaluation II scores in predicting hospital mortality: a retrospective cohort study. *Crit Care* 2006;10:R4.
3. Escarce JJ, Kelley MA. Admission source to the medical intensive care unit predicts hospital death independent of APACHE II score. *JAMA* 1990;264:2389.
4. Capuzzo M, Valpondi V, Sgarbi A, et al. Validation of severity scoring systems SAPS II and APACHE II in a single-center population. *Intensive Care Med* 2000;26:1779.

5. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA, et al. The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest* 1991;100:1619.
6. Wagner DP, Knaus WA, Harrell FE, et al. Daily prognostic estimates for critically ill adults in intensive care units: results from a prospective, multicenter, inception cohort analysis. *Crit Care Med* 1994;22:1359.
7. A controlled trial to improve care for seriously ill hospitalized patients. The study to understand prognoses and preferences for outcomes and risks of treatments (SUPPORT). The SUPPORT Principal Investigators. *JAMA* 1995;274:1591.
8. Zimmerman JE, Kramer AA, McNair DS, Malila FM. Acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) IV: hospital mortality assessment for today's critically ill patients. *Crit Care Med* 2006;34:1297.
9. Zimmerman JE, Kramer AA, McNair DS, et al. Intensive care unit length of stay: Benchmarking based on acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) IV. *Crit Care Med* 2006;34:2517.
10. 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.
11. Castella X, Artigas A, Bion J, Kari A. A comparison of severity of illness scoring systems for intensive care unit patients: results of a multicenter, multinational study. The European/North American Severity Study Group. *Crit Care Med* 1995;23:1327.
12. Auriant I, Vinatier I, Thaler F, et al. Simplified acute physiology score II for measuring severity of illness in intermediate care units. *Crit Care Med* 1998;26:1368.
13. Metnitz PG, Valentin A, Vesely H, et al. Prognostic performance and customization of the SAPS II: results of a multicenter Austrian study. Simplified acute physiology score. *Intensive Care Med* 1999;25:192.
14. Ledoux D, Canivet JL, Preiser JC, et al. SAPS 3 admission score: an external validation in a general intensive care population. *Intensive Care Med* 2008;34:1873.
15. Poole D, Rossi C, Anghileri A, et al. External validation of the simplified acute physiology score (SAPS) 3 in a cohort of 28,357 patients from 147 Italian intensive care units. *Intensive Care Med* 2009;35:1916.
16. Lemeshow S, Teres D, Klar J, et al. Mortality Probability Models (MPM II) based on an international cohort of intensive care unit patients. *JAMA* 1993;270:2478.
17. Lemeshow S, Le Gall JR. Modeling the severity of illness of ICU patients. A systems update. *JAMA* 1994;272:1049.
18. Higgins TL, Kramer AA, Nathanson BH, et al. Prospective validation of the intensive care unit admission Mortality Probability Model (MPM0-III). *Crit Care Med* 2009;37:1619.
19. Ferreira FL, Bota DP, Bross A, et al. Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients. *JAMA* 2001;286:1754.
20. Vincent JL, de Mendona A, Cantraine F, et al. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. Working group on "sepsis-related problems" of the European Society of Intensive Care Medicine. *Crit Care Med* 1998;26:1793.
21. Minne L, Abu-Hanna A, de Jonge E. Evaluation of SOFA-based models for predicting mortality in the ICU: A systematic review. *Crit Care* 2008;12:R161.
22. 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.
23. Glance LG, Osler TM, Dick AW. Identifying quality outliers in a large, multiple-institution database by using customized versions of the Simplified Acute Physiology Score II and the Mortality Probability Model II0. *Crit Care Med* 2002;30:1995.
24. Kuzniewicz MW, Vasilevskis EE, Lane R, et al. Variation in ICU risk-adjusted mortality: impact of methods of assessment and potential confounders. *Chest* 2008;133:1319.
25. Kollef MH, Schuster DP. Predicting Intensive Care Unit outcome with scoring systems. Underlying concepts and principles. *Crit Care Clin* 1994;10:1.
26. Knaus WA, Wagner DP, Zimmerman JE, Draper EA. Variations in mortality and length of stay in intensive care units. *Ann Intern Med* 1993;118:753.
27. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001;345:1368.
28. Bernard GR, Vincent JL, Laterre PF, et al. Efficacy and safety of recombinant human activated protein C for severe sepsis. *N Engl J Med* 2001;344:699.
29. Brower RG, Matthey MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med* 2000;342:1301.
30. Anzueto A, Baughman RP, Guntupalli KK, et al. Aerosolized surfactant in adults with sepsis-induced acute respiratory distress syndrome. Exosurf Acute Respiratory Distress Syndrome Sepsis Study Group. *N Engl J Med* 1996;334:1417.
31. Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T, et al. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA* 2002;288:2151.
32. Multz AS, Chaifin DB, Samson IM, et al. A "closed" medical intensive care unit (MICU) improves resource utilization when compared with an "open" MICU. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:1468.
33. Dimick JB, Pronovost PJ, Heitmiller RF, Lipsett PA. Intensive care unit physician staffing is associated with decreased length of stay, hospital cost, and complications after esophageal resection. *Crit Care Med* 2001;29:753.
34. Li TC, Phillips MC, Shaw L, et al. On-site physician staffing in a community hospital intensive care unit. Impact on test and procedure use and on patient outcome. *JAMA* 1984;252:2023.
35. Brown JJ, Sullivan G. Effect on ICU mortality of a full-time critical care specialist. *Chest* 1989;96:127.
36. Carson SS, Stocking C, Podsadecki T, et al. Effects of organizational change in the medical intensive care unit of a teaching hospital: a comparison of 'open' and 'closed' formats. *JAMA* 1996;276:322.
37. Afessa B, Keegan MT, Hubmayr RD, et al. Evaluating the performance of an institution using an intensive care unit benchmark. *Mayo Clin Proc* 2005;80:174.
38. Zimmerman JE, Alzola C, Von Rueden KT. The use of benchmarking to identify top performing critical care units: a preliminary assessment of their policies and practices. *J Crit Care* 2003;18:76.
39. Zimmerman JE, Shortell SM, Knaus WA, et al. Value and cost of teaching hospitals: a prospective, multicenter, inception cohort study. *Crit Care Med* 1993;21:1432.
40. Zimmerman JE, Wagner DP, Knaus WA, et al. The use of risk predictions to identify candidates for intermediate care

- units. Implications for intensive care utilization and cost. *Chest* 1995;108:490.
41. Katsaragakis S, Papadimitropoulos K, Antonakis P, et al. Comparison of Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) and Simplified Acute Physiology Score II (SAPS II) scoring systems in a single Greek Intensive Care Unit. *Crit Care Med* 2000;28:426.
42. Patel PA, Grant BJ. Application of mortality prediction systems to individual Intensive Care Units. *Intensive Care Med* 1999;25:977.
43. Barie PS, Hydo LJ, Fischer E. Comparison of APACHE II and III scoring systems for mortality prediction in critical surgical illness. *Arch Surg* 1995;130:77.
44. Brown MC, Crede WB. Predictive ability of acute physiology and chronic health evaluation II scoring applied to human immunodeficiency virus-positive patients. *Crit Care Med* 1995;23:848.
45. Lewinsohn G, Herman A, Leonov Y, Klinowski E. Critically ill obstetrical patients: outcome and predictability. *Crit Care Med* 1994;22:1412.

## Correspondencia:

Dr. José Fidencio Mata Vicente  
Primer piso de Hospitalización  
Puente de Piedra Núm. 150.  
Col. Toriello Guerra, 14050, Tlalpan,  
México, D.F.  
E-mail: Gamma2001mx@yahoo.com.mx