

## ARTÍCULOS ORIGINALES



### Modelo pronóstico de mortalidad quirúrgica

### Prognosis model of surgical mortality

Zaily Fuentes Díaz<sup>1</sup>, Orlando Rodríguez Salazar<sup>2</sup>, Ricardo Grau Ábalo<sup>3</sup>

#### **Resumen**

**Introducción:** la evaluación preoperatoria del paciente quirúrgico constituye un eslabón fundamental del juicio clínico.

**Objetivo:** implementar un modelo pronóstico de mortalidad quirúrgica.

**Método:** la elaboración del modelo se basó en la técnica de los árboles de decisión, enfatizó los posibles problemas combinatorios entre las variables. Entre las posibles técnicas de desglose se seleccionó *Classification and Regression Trees (CRT)*. El modelo se determinó como la probabilidad de fallecer en cada nodo terminal del árbol. Se utilizó la curva de COR para la estimación de un umbral óptimo a partir del cual el modelo condujo a la predicción de fallecido. Se correlacionaron los resultados de la predicción con los datos de vivos y fallecidos reales, con los conglomerados y las dimensiones encontradas en la primera parte del procesamiento.

**Resultados:** se elaboró el modelo pronósticos de mortalidad quirúrgica a través del árbol de decisión.

**Conclusiones:** el modelo se aplicó en el Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech en Camagüey y en el Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro en Villa Clara, aplicaciones que demostraron que actuó como alarma pronóstico de mortalidad perioperatoria

desde la evaluación del preoperatorio del paciente propuesto para intervención quirúrgica.

**Palabras clave:** pronóstico; mortalidad; modelo; riesgo quirúrgico

#### **Abstract**

**Background:** the surgical patient's evaluation preoperative constitutes a fundamental step in the clinical trial.

**Objective:** to implement the prognosis model of surgical mortality.

**Method:** the elaboration of the pattern was based on the technique of the trees of decision; it emphasized the combinations possible problems among the used variables. Among the possible breakdown techniques *Classification and Regression Trees (CRT)* was selected. The pattern was determined like the probability of die in each terminal node of the tree. The curve of COR was used for the estimate of a good threshold starting from which the pattern led to deceased's prediction. The results of the prediction were correlated with the data of alive and real deceased's, with the conglomerates and the dimensions found in the first part of the prosecution.

**Results:** the pattern presage of surgical mortality was elaborated through the tree of decision.

**Conclusions:** the pattern was applied both at the University Hospital Manuel Ascunce Domenech in Camagüey and in the University Hospital Arnaldo Milián Castro in Villa Clara, applications that demonstrated it can be acted like alarm presage of preoperative mortality from

the preoperative evaluation of the patients proposed for surgical intervention.

**Key words:** prognosis; mortality; model; surgical risk

---

### **Introducción**

La evaluación preoperatoria del paciente quirúrgico constituye un eslabón fundamental del juicio clínico, se considera como la etapa de búsqueda y hallazgo de la información en relación con el paciente, la intervención quirúrgica y la anestesia.

La valoración preoperatoria establece pautas para la estratificación del riesgo, el que se representa como la contingencia o proximidad de un daño, la probabilidad de que un hecho ocurra durante el perioperatorio en el paciente quirúrgico.<sup>1-3</sup>

En Cuba la estratificación del riesgo en la evaluación preoperatoria se establece por la clasificación cualitativa de riesgo quirúrgico y la clasificación del estado físico del paciente quirúrgico propuesto por la Sociedad Americana de Anestesiología, además de otras mediciones dirigidas a los sistemas orgánicos. De forma general se considera:<sup>4,5</sup>

- Riesgo quirúrgico bueno: cuando los beneficios superan los riesgos. El estado físico del paciente y recursos disponibles suponen un buen desarrollo de la intervención quirúrgica.
- Riesgo quirúrgico regular: aunque los beneficios superan los riesgos. Los resultados están en dependencia del desempeño de la intervención quirúrgica y la capacidad del paciente de reacción al estrés quirúrgico.
- Riesgo quirúrgico malo: cuando existen dudas sobre los beneficios de la intervención quirúrgica.

Böhmer AB y colaboradores<sup>6</sup> enfocan las determinantes de la evaluación del riesgo preoperatorio a través de las recomendaciones de la Sociedad Alemana de Anestesiología, Medicina de Cuidados Intensivos y Cirugía con las primeras pautas de transformación de la práctica médica para la evaluación del preoperatorio en Alemania.

En este estudio se analizan las estrategias anteriores para la evaluación preoperatoria de los hospitales generales y realizan una encuesta en los hospitales con servicios de Anestesiología y Reanimación. Concluyen que de un total de 396 hospitales el 89,1 % se orientan en las estrategias de aplicaciones avanzadas para el cambio de las prácticas en el orden de sustracción de los procedimientos de diagnóstico innecesarios y el aumento de la seguridad del paciente.

Debido a la amplitud, complejidad y diversidad de la información contenida en la estimación del riesgo del paciente quirúrgico, se necesita un medio que posibilite su simplificación y que con posterioridad contribuya al pronóstico de acontecimientos que por las limitaciones de las herramientas actuales no se pronostican aún, por lo que se proyecta el modelo que estratifica el riesgo de mortalidad preoperatoria del paciente propuesto para intervención quirúrgica no cardiaca en el contexto cubano.

## **Material y método**

Se realizó un estudio cuasi-experimental para un solo grupo en los pacientes intervenidos por las diferentes especialidades quirúrgicas electivas en el Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech en el período de tiempo de enero de 2010 a diciembre de 2015, con el objetivo de implementar el modelo pronóstico de mortalidad quirúrgica. Se constituyó el universo con 63 973 pacientes y la muestra por 4 132 pacientes, de ellos 3 117 vivos y 1 015 fallecidos a través del muestreo aleatorio simple de manera automática con el *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versión 15 para Windows con error aceptable y nivel de confianza del 95 %.

**Criterios de inclusión:** pacientes de 19 años y más, pacientes intervenidos por las diferentes especialidades quirúrgicas electivas no cardíacas, pacientes fallecidos intervenidos por las diferentes especialidades quirúrgicas electivas que se les realizó protocolo de necropsia.

**Criterios de exclusión:** intervenciones quirúrgicas cardíacas.

El modelo de recogida del dato primario se confeccionó a través de la historia clínica de los pacientes programados para intervención quirúrgica electiva no cardíaca, contenido de las siguientes variables, edad, sexo, índice de masa corporal, capacidad funcional, hipertensión arterial, diabetes mellitus, accidente cerebrovascular, enfermedad respiratoria, enfermedad cardiovascular, enfermedad renal, anemia, hábito tabáquico, región quirúrgica, procedimiento de anestesia, egreso, reingreso, estadía y complicaciones.

### **A. Método de consulta a expertos**

El comité de consenso quedó integrado por 30 expertos en total, los que se contactaron en el III Simposium Internacional de Ventilación Mecánica y Ga-

ses Sanguíneos que se realizó en abril de 2010 en la provincia Villa Clara. El intercambio de dos vueltas se estableció mediante la red de Infomed.

Con el objetivo de aumentar la calidad en la evaluación se seleccionaron doctores en ciencias médicas, especialistas de segundo grado, profesores auxiliares, consultantes y titulares, relacionados con el tema a través de la especialidad de Medicina Intensiva y Anestesiología y Reanimación de más de 15 años de experiencia médica, en ejercicio activo de la profesión, juicio autocrítico, ética en la discusión, creatividad y disposición en la solución del problema. El análisis del pronóstico cualitativo fue por el método Delphi<sup>7</sup> y el análisis de la concordancia en la valoración de aspectos por el Coeficiente de Kendall.

Sobre la base de las sugerencias de los expertos con respecto a las fortalezas e insuficiencias de los marcadores y herramientas predictivas útiles en la evaluación preoperatorias actual del paciente propuesto para intervención quirúrgica, se operacionalizaron las variables de la investigación y se elaboró el modelo pronósticos de mortalidad.

### **B. La elaboración del modelo**

La elaboración del modelo se basó en la técnica de los árboles de decisión, centrado en los posibles problemas combinatorios entre las variables. Entre las posibles técnicas de desglose se seleccionó *Classification and Regression Trees (CRT)*. El modelo se determinó como la probabilidad de fallecer en cada nodo terminal del árbol. Se utilizó la curva de COR para la estimación de un umbral óptimo a partir del cual el modelo condujo a la predicción de fallecido. Se correlacionaron los resultados de la predicción con los datos de pacientes vivos y fallecidos reales, con los conglomerados y las dimensiones

encontradas en la primera parte del procesamiento.

En un proceso de validación cruzada interna con nuevos pacientes fallecidos o vivos, se contrastó el uso de las reglas simplificadas contra las reglas completas. En un proceso de validación

externa, se determinó hasta qué punto estos resultados son generalizables a un universo cubano más allá de la provincia Camagüey, a través del estudio multicéntrico que involucró al Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro de la provincia Villa Clara.

### Resultados

En las tablas 1 y 2, así como en la figura 1 se muestra la curva COR asociada al clasificador del árbol y su uso para la determinación del umbral óptimo para que se establezca el pronóstico de fallecidos. Se observó que dicho umbral es 0,245 de probabilidad de fallecidos con sensibilidad (razón de verdaderos positivos) del 0,891 y una razón de falsos positivos de 0,127. El

área bajo la curva COR es 0,948 superior a 0,5 (significación 0,000) y bastante cercana a 1 como mostró su intervalo de confianza. El modelo basado en el árbol de decisión es la probabilidad de que el paciente quirúrgico fallezca según cada nodo terminal. Si esta probabilidad es mayor que el 24,5 %, se pronostica fallecimiento.

**Tabla 1.** Variables resultado de contraste: modelo según el árbol de decisión.

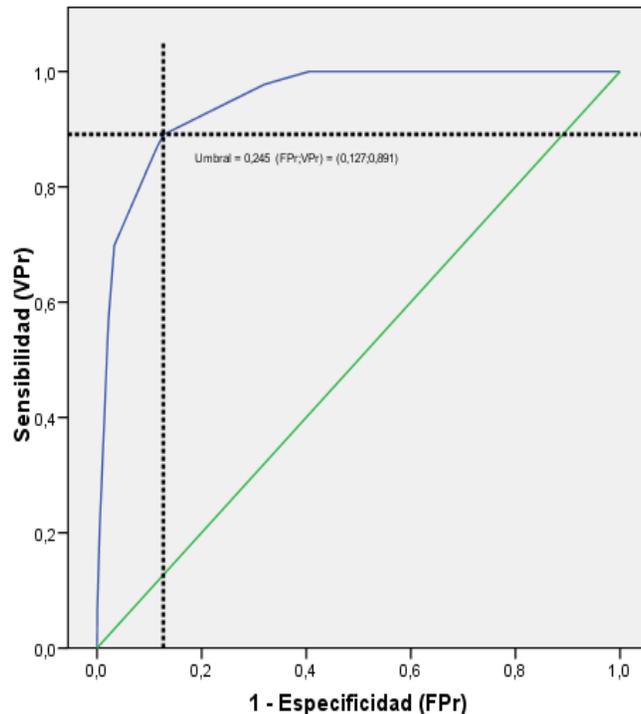
<b>Positivo si es mayor o igual que</b>	<b>Sensibilidad</b>	<b>1- Especificidad</b>
,0395	1,000	,405
,1037	,977	,319
,2452 <sup>a.</sup>	,891	,127
,3685	,870	,115
,3899	,864	,112
,5960	,699	,033

<sup>a.</sup> El valor de corte es ,245

**Tabla 2.** Área bajo la curva. Variables resultado de contraste: modelo según el árbol de decisión.

<b>Área</b>	<b>Error típico</b>	<b>Significación asintótica<sup>a</sup></b>	<b>Intervalo de confianza asintótico al 95 % Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
,948	,003	,000	,942	,955

<sup>a.</sup> Hipótesis nula: área verdadera = 0,5



**Figura 1.** Curva COR del modelo multidimensional según el árbol de decisión.

**Tabla 3.** Formas de cálculo del pronóstico y el modelo basado en las reglas simplificadas del árbol de decisión.

Regla	Nodo	Enunciado de la regla	Pronóstico	Probabilidad de deceso según el pronóstico
1	17	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=Si) y (enfermedad cerebrovascular=No) (angina moderada I-II canadiense=No) (diabetes mellitus=No)	Fallecido	0,791
2	18	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=Si) (enfermedad cerebrovascular=No) (angina moderada I-II canadiense=No) (diabetes mellitus=Si)	Vivo	0,079
3	10	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=Si)	Fallecido	0,915

		(enfermedad cerebrovascular=No) (angina moderada I-II canadiense=Si)		
4	19	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria.=Si) (enfermedad. Cerebrovascular=Si) (bloqueo auriculoventricular de tercer grado=No) (insuficiencia cardiaca con complicaciones=No)	Vivo	0,128
5	20	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=Si) (enfermedad cerebrovascular=Si) (bloqueo auriculoventricular de tercer grado=No) (insuficiencia cardiaca con complicaciones=Si)	Fallecido	0,854
6	12	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=Si) (enfermedad cerebrovascular=Si) (bloqueo auriculoventricular de tercer grado=Si)	Fallecido	0,787
7	21	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=No) (angina inestable III-IV Canadiense=No) (enfermedad cerebrovascular = No) (riesgo por intervención quirúrgica en extremidades inferiores= No)	Fallecido	0,877
8	22	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria=No) (angina inestable III-IV canadiense=No) (enfermedad cerebrovascular = No) (riesgo por intervención quirúrgica en extremidades inferiores= Si)	Fallecido	0,362

9	23	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria = No) (angina inestable III-IV canadiense=No) (enfermedad cerebrovascular=Si) (insuficiencia cardiaca con complicaciones=No)	Fallecido	0,405
10	24	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria = No) (angina inestable III-IV canadiense=No) (enfermedad cerebrovascular = Si) (insuficiencia cardiaca con complicaciones=Si)	Fallecido	0,970
11	15	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria = No) (angina inestable III-IV canadiense=Si) (arritmia ventricular sintomática y cardiopatía basal = No)	Vivo	0,000
12	16	(anestesia general = Si) (antecedentes de enfermedad respiratoria = No) (angina inestable III-IV canadiense=Si) (arritmia ventricular sintomática y cardiopatía basal= Si)	Fallecido	0,375
13	2	(anestesia general = No)	Vivo	0,000

El modelo del árbol de decisión se mostró en la tabla 3, el pronóstico se determinó si la probabilidad de fallecimiento es mayor al umbral 0,245, es interesante que de cada uno de los 13 nodos terminales surge una regla. Se le entregó al anesthesiologo el modelo con las 13 reglas, para la ubicación del paciente en correspondencia a la combinación de los factores de riesgo que se enunciaron en la regla. Se cumple la regla 1 en el caso clínico con probabilidad de mortalidad de 0,791, obsérvese que el pronóstico es fallecido porque 0,791 está por encima del umbral 0,245

para el árbol de decisión. En la consulta preoperatoria se cuantifican los riesgos a través del modelo pronósticos de mortalidad.

El anesthesiologo señala donde detecta el riesgo y se compara con el nivel umbral lo que permite la categorización del riesgo de los pacientes, con la determinación del pronóstico de mortalidad preoperatoria. Se es consecuente que los estimados de mortalidad a través de los modelos propuestos no son más que eso, estimados, por lo que la aplicación en anestesiología necesita del juicio clínico, de la integración

objetiva y cuidadosa de los datos disponibles.

**C. Contingencia del pronóstico basado en el árbol de decisión**

En la tabla 4 se ratifica que los nueve fallecidos muestran riesgo y no hay entre estos falsos negativos. Sin embargo, con relación a los 91 pacientes vivos, 60 no mostraron riesgo, pero 31 sí lo reflejaron. Estos son los falsos positivos que constituyeron el éxito de

la alarma preoperatoria pronóstico de mortalidad.

En la tabla 5 se corrobora que siete de los ocho fallecidos mostraron riesgo y el caso restante es un falso negativo.

En cambio, de los 92 pacientes vivos, 56 no mostraron riesgo, pero 36 sí lo reflejaron. Estos son los falsos positivos que constituyeron el éxito de la alarma preoperatoria pronóstico de mortalidad.

**Tabla 4.** Contingencia del pronóstico del árbol de decisión con los fallecidos y vivos reales en la validación posterior en Camagüey.

		<b>Riesgo de fallecer según árbol de decisión</b>			
			<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Total</b>
Condición real al egreso	Fallecidos	Cantidad	9		9
		% de condición al egreso (Fallecidos/Vivos)	100		100
	Vivos	Cantidad	31	60	91
		% de condición al egreso (Fallecidos/Vivos)	34,1	65,9	100
Total		Cantidad	40	60	100
		% de condición al egreso (Fallecidos/Vivos)	40	60	100

**Tabla 5.** Contingencia del pronóstico del árbol de decisión con los fallecidos y vivos reales en la validación posterior en Santa Clara.

		<b>Riesgo de fallecer según árbol de decisión</b>			
			<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Total</b>
Condición real al egreso	Fallecidos	Cantidad	7	1	8
		% de Condición al egreso (Fallecidos/Vivos)	87,5	12,5	100
	Vivos	Cantidad	36	56	92
		% de Condición al egreso (Fallecidos/Vivos)	39,1	60,9	100
Total		Cantidad	43	57	100
		% de Condición al egreso (Fallecidos/Vivos)	43	57	100

## **Discusión**

Mantel y Haenszel<sup>8</sup> desarrollan en Epidemiología toda una teoría para el análisis de las interacciones, la búsqueda de modificadores de riesgo y de factores de confusión; en la que se elaboran un sinnúmero de tablas de contingencia en búsqueda de tales interacciones.

Los árboles de decisión descritos, ayudan en la determinación de cuáles son los problemas combinatorios esenciales y al menos en teoría se contribuye al perfeccionamiento del desempeño de la regresión logística. Es en este sentido que se realiza la estimación del riesgo basada en la combinación de la regresión logística con el árbol de decisión.

El medio en que se desenvuelven los anestesiólogos es dinámico, los modelos multidimensionales pronósticos de mortalidad quirúrgica propuestos deben actualizarse con periodicidad, para que reflejen el cambio en la tecnología, las nuevas prácticas introducidas y los cambios de la población atendida.

El modelo se aplicó en el Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech en Camagüey y el Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro en Villa Clara, garantizó la determinación de un pronóstico acertado, además, constituyó un método sencillo para la comparación de los resultados con la media internacional.

Si se tiene en cuenta en la selección y desarrollo de una herramienta de medición que las culturas, los grupos, las personas evolucionan, se concuerda entonces, en que son diversos los factores que afectan la confiabilidad y la validez. Por ejemplo, la improvisación, el uso de instrumentos desarrollados en el extranjero, que no se validan en

otros contextos diferentes en cultura y tiempo. La traducción del instrumento, aun cuando se adapten los términos al lenguaje y se contextualicen.

Hernández Sampier R<sup>9</sup> puntualizó que un instrumento confiable pero no válido, es consistente en los resultados que produce pero no mide lo que pretende. Muchos son los ejemplos de herramientas que se utilizan en el preoperatorio que son validadas en otros contextos, no son empáticas al contenido en que se les utiliza y las condiciones en que se aplican no son las idóneas, por lo que surge la necesidad de la elaboración de las herramientas que respondan al contexto cubano del preoperatorio del paciente propuesto para intervención quirúrgica. Para la identificación de los factores de riesgo clínico asociados al riesgo de mortalidad, se utiliza el modelo propuesto en la investigación.

Una fortaleza importante del uso del modelo para este propósito es la determinación del pronóstico, si se tiene en cuenta, que el riesgo perioperatorio es multifactorial y que desde el preoperatorio se involucran las enfermedades subyacentes del paciente, la complejidad del trauma quirúrgico y el método anestésico, factores esenciales en los cambios perioperatorios de la homeostasia.

El modelo se aplicó en el Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech en Camagüey y en el Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro en Villa Clara, aplicaciones que demostraron que actuó como alarma pronóstico de mortalidad perioperatoria desde la evaluación del preoperatorio del paciente propuesto para intervención quirúrgica.

### **Referencias Bibliográficas**

1. Lubarsky D, Candiotti K. Giving anesthesiologists what they want: how to write a useful preoperative consult. *Cleve Clin J Med* [Internet]. 2009 Nov [citado 2014 Oct 23];76 Suppl. Disponible en: [http://www.ccmj.org/content/76/Suppl\\_4/S32.long](http://www.ccmj.org/content/76/Suppl_4/S32.long)
2. Dávila Cabo de Villa E. Evaluación preoperatoria del paciente quirúrgico. En: Dávila Cabo de Villa E, Gómez Brito C, Álvarez Bárzaga M, Sainz Cabrera H, Navarrete Zuazo VM, Rodríguez Varela M, et al. *Anestesiología Clínica*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2006.p. 61-74.
3. Ministerio de Salud Pública. Prioridades y objetivos de trabajo. La Habana: MINSAP; 2013. p. 21.
4. Barbarash LS, Sumin AN, Barbarash OL, Ivanov SV. Pre-operative cardiac risk assessment and perioperative cardiac management in non-cardiac surgery. *Kardiologija*. 2012; 52(5):77-87.
5. Miller RD. *Anesthesia & Analgesia in the New Century*. *Anesth Analg*. 2015 Jan; 90(1):3.
6. Böhmer AB, Defosse J, Geldner G, Mertens E, Zwissler B, Wappler F. Preoperative risk evaluation of adult patients for elective, non cardiac surgical interventions. Results of an on-line survey on the status in Germany. *Anaesthesist* [Internet]. 2014 May [citado 2015 Oct 23];61(5). Disponible en: [http://download.springer.com/static/pdf/159/art%253A10.1007%252Fs00101-012-2019-z.pdf?auth66=1404997323\\_36d878251b0dc56c3e7827f013a590de&ext=.pdf](http://download.springer.com/static/pdf/159/art%253A10.1007%252Fs00101-012-2019-z.pdf?auth66=1404997323_36d878251b0dc56c3e7827f013a590de&ext=.pdf)
7. Hurtado de Mendoza Fernández S, Méndez Romero DT. Sistema automatizado del método de consultas a expertos. *CECOFIS* [Internet]. 2012 Abr 10 [citado 2014 Oct]. Disponible en: <http://www.cecofis.cu/articulo3.asp>
8. Mantel N, Haenszel W. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *J Natl Cancer Inst*. 1959 Apr;22(4):719-48.
9. Recolección de los datos. En: Hernández Sampier R. *Metodología de la Investigación*. La Habana: Editorial Félix Varela; 2003.p.243-336.

---

<sup>1</sup> Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech, Camagüey, Cuba. E-mail: [zaily@hmp.cmw.sld.cu](mailto:zaily@hmp.cmw.sld.cu)

<sup>2</sup> Servicio de Cirugía Plástica y Caumatología. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech, Camagüey, Cuba. E-mail: [ors.cmw@infomed.sld.cu](mailto:ors.cmw@infomed.sld.cu)

<sup>3</sup> Universidad Central Martha Abreu Las Villas, Villa Clara, Cuba. E-mail: [rgrau@ucvl.edu.vcl](mailto:rgrau@ucvl.edu.vcl)

---

Los autores declaran no conflicto de interés y que participaron de manera equitativa en la preparación y presentación del manuscrito.

Recibido: agosto de 2017

Aprobado: octubre de 2017

Publicado: Vol. 17, núm. 1 (2018): enero-marzo

**Correspondencia:** Zaily Fuentes Díaz. Servicio de Anestesiología y Reanimación.  
Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech, Camagüey, Cuba. E-mail:  
zaily@hmp.cmw.sld.cu

---