

11213



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MEDICAS Y NUTRICION
"SALVADOR ZUBIRAN"

DESARROLLO DE UN MODELO DE LOGICA DIFUSA
PARA EVALUAR LA FUTILIDAD DEL APOYO NUTRICIO
EN PACIENTES CRITICOS.

T E S I S

QUE PRESENTA:
DRA. MARTHA GUEVARA CRUZ
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN NUTRIOLOGIA CLINICA



INCMNSZ

TUTOR: DR. ALBERTO ZUÑIGA RIVERA
COTUTOR: DR. OSCAR ALBERTO PEREZ GONZALEZ

MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE DE 2005

0351831



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
SALVADOR ZUBIRÁN

**DESARROLLO DE UN MODELO DE LÓGICA DIFUSA PARA EVALUAR LA
FUTILIDAD DEL APOYO NUTRICIO EN PACIENTES CRÍTICOS.**

T E S I S

PRESENTA

DRA. MARTHA GUEVARA CRUZ.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN

NUTRIOLOGÍA CLÍNICA

TUTOR DE LA TESIS.

DR. ALBERTO ZÚÑIGA RIVERA.

COTUTOR DE TESIS

DR. OSCAR ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ.

MÉXICO. D.F.

SEPTIEMBRE 2005


Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Martha Guevara Cruz

FECHA: 27 Sep 2005

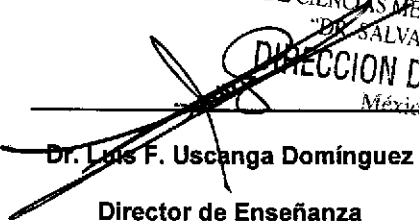
FIRMA: 


DESARROLLO DE UN MODELO DE LÓGICA DIFUSA PARA EVALUAR LA FUTILIDAD DEL APOYO NUTRICIO EN PACIENTES CRÍTICOS.

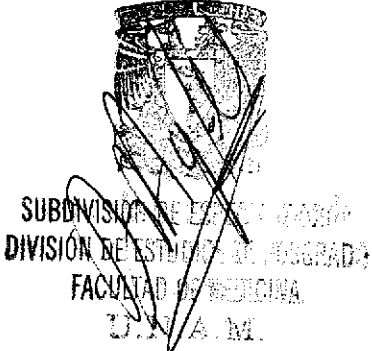
APROBACION DE TESIS:



INCMNSZ
INSTITUTO NACIONAL
DE CIENCIAS MEDICAS Y NUTRICION
"DR. SALVADOR ZUBIRAN"
DIRECCION DE ENSEÑANZA
México, D.F.


Dr. Luis F. Uscanga Domínguez
Director de Enseñanza




SUBDIVISION DE ENSEÑANZA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
UNAM.

Dr. Alberto Zúñiga Rivera
Profesor Titular del Curso y Jefe del
Servicio de Nutriología Clínica.

Agradezco a:

Ing. Juan Guillermo Guevara Cruz por su enseñanza para la elaboración de este modelo

Dr. Guillermo Meléndez Mier por su incondicional ayuda.

Dr. Alberto Zúñiga R. por su gran paciencia y mostrarme lo interesante que es la lógica difusa

Dra. Aurora Serralde Zuñiga por su comprensión

Regina por prestarme el tiempo de sus padres (Oscar y Sophia)

Dedicatorias:

A Dios que me ha abierto las puertas y me da la oportunidad de aprender

A Lupita por escucharme cuando la he necesitado.

A mis padres Delia y Guillermo, y a mis hermanos Guillermo, Luis, David, Abel y Azucena con agradecimiento eterno.

A todos los que pertenecen y pertenecieron al departamento de Nutriología Clínica.

Al paciente grave, fuente inagotable de conocimientos, experiencias y a las personas dinámicas que aceptan el reto de atenderlo.

ÍNDICE.

ANTECEDENTES

1. Futilidad.....	6
2. Lógica Difusa.....	8

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	11
--------------------------------	----

JUSTIFICACIÓN.....	11
--------------------	----

OBJETIVOS.....	11
----------------	----

HIPÓTESIS.....	11
----------------	----

CLASIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
--	----

MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
-------------------------	----

1) Población de estudio.....	12
------------------------------	----

2) Criterios de selección.....	12
--------------------------------	----

3) Descripción de métodos.....	13
--------------------------------	----

1. Realización del modelo.....	13
--------------------------------	----

2. Captura de datos.....	20
--------------------------	----

4) Análisis estadístico.....	23
------------------------------	----

5) Aspectos éticos.....	23
-------------------------	----

RESULTADOS.....	24
-----------------	----

1. Elaboración de Métodos.....	24
--------------------------------	----

2. Evaluación de la aplicación del modelo.....	39
--	----

DISCUSIÓN.....	40
----------------	----

CONCLUSIONES.....	41
-------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.....	43
-------------------	----

ANEXO I.....	45
--------------	----

ANEXO II.....	69
---------------	----

ANEXO III.....	71
----------------	----

ANTECEDENTES.

1.- Futilidad:

La palabra futilidad es derivada del latín *futilis*, significa "que fácilmente sale", tiene origen en la mitología griega donde 50 hijas del rey Danous, Rey de Argos, fueron condenadas a colectar agua con un *fútil* (un colador) eternamente, ya que habían asesinado a sus esposos. (1)

Una intervención médica fútil es aquella incapaz de lograr un resultado o una meta. Es importante diferenciar un tratamiento inútil de un tratamiento fútil. Un tratamiento inútil es aquel que, correctamente aplicado y con indicación precisa, no obtiene el resultado esperado, y el tratamiento fútil es aquel que, desde el principio no puede proporcionar un beneficio al paciente. (2)

La futilidad de un tratamiento depende de los objetivos que éste se proponga. Podemos entender la futilidad en varios términos: fisiológicos, de calidad de vida, de probabilidad del tratamiento para alcanzar su objetivo y de la incapacidad de retrasar la muerte. (3,4)

El desarrollo de avances tecnológicos en la unidad de cuidados intensivos (UCI) ha hecho posible que el médico salve la vida de muchos pacientes no recuperables. Sin embargo, estos mismos avances pueden permitir al médico retrasar la muerte, asociándose así con un incremento en costos hospitalarios, lo cual obliga a un análisis caso a caso de riesgos/costos/beneficios (5).

El trabajo en la UCI implica, para el médico, la toma de múltiples decisiones diariamente, dependiendo directa o indirectamente del pronóstico de los pacientes. Para esto, se utilizan diversos sistemas de puntuación de severidad de enfermedad, siendo los siguientes los más utilizados en la UCI:

1. APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation): es el más usado en la actualidad. Es una calificación de gravedad de la enfermedad, en el cual se miden las variables: edad, tipo de ingreso, evaluación crónica y 12 variables más de tipo fisiológico. Fue validado en 5,815 ingresos a UCI en 13 hospitales. Para estos pacientes la relación de clasificación correcta para un riesgo predicho de muerte del 50% fue del 85%. (6,7)
2. APACHE III: Se diseñó para mejorar los resultados del APACHE II empleando para ello una muestra de pacientes mucho mayor. En la actualidad es un producto con un propietario comercial. Es igualmente un sistema de gravedad de enfermedad, desarrollado en 17,440 ingresos en 40 hospitales de Estados Unidos. Cuenta con 18 variables cuya importancia y puntuación fueron derivadas de modelos de regresión logística.

3. SAPS (Simplified Acute Physiology Score II): Se desarrolló de una muestra de 13,152 ingresos en 12 países. Emplea 17 variables y no es específico de enfermedad.
4. MPM II (Mortality Probability Model): Fue desarrollado a partir de 19,124 ingresos en 12 países. Es la Segunda versión de MPM conformada por 2 modelos: el MPM0, es el único sistema disponible para estimar la probabilidad de muerte hospitalaria al ingresar a UCI y el MPM24, permite la misma valoración a las 24 horas, incluyó 3 variables crónicas, 5 diagnósticos agudos y otras 3 variables (reanimación preingreso, ventilación mecánica e ingreso medico o quirúrgico no programado).
Una variante, el MPM24 se empleó en los pacientes que llevan 24 horas en UCI e incluyó 13 variables, 5 de las cuales se emplearon en el MPM. También se desarrollaron el MPM48 Y MPM72 para estimar la probabilidad de mortalidad a las 48 y 72 horas de ingreso a la UCI empleando 13 variables del MPM24. (8)
5. TISS (Therapeutic Intervention Scoring System): cuantifica el cuidado que se ofrece a los pacientes críticos. Se basa en la medición de un total de 76 variables, incluyendo: actividades de enfermería, técnicas de monitoreo, procedimientos de reanimación y tecnología. Esta escala mide la severidad de enfermedad en forma indirecta. El TISS se desarrolló como una forma de describir intensidad de cuidado y no para predecir desenlaces. (5)

De todos los sistemas mencionados, los más empleados son APACHE II y el TISS. Siendo el primero el preferido debido a su menor complejidad y costo para el paciente (9,10) En recientes estudios se ha relacionado este método con la identificación de pacientes donde el apoyo nutricional pudiera restringirse (11).

La decisión de restringir o suspender un tratamiento en la unidad de la UCI, basado en el criterio de futilidad, lo toma un grupo médico que cuenta con evidencias razonables de que la muerte es inminente, con el objetivo de no prolongar la agonía y sufrimiento del paciente y su familia. Este objetivo se planea frente cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) Cuando hay afectación sucesiva e irreversible de los órganos y que la utilización de más procedimientos no modifiquen el pronóstico del paciente
- b) Cuando hay más sufrimiento aplicando el tratamiento, que el beneficio esperado
- c) Al tratar de mantener y prolongar a un paciente en coma irreversible. (12)

En un estudio realizado en España con 2970 pacientes en 6 unidades de terapia intensiva el tratamiento restringido fue en el siguiente orden: fármacos vaso-activos (72%), ventilación mecánica (43.6%), antibióticos (27%), y apoyo nutricional (21.8%). Estos datos coinciden con los obtenidos en otros estudios sobre el apoyo nutricional, que pesar de que es un tratamiento de soporte vital tiende a considerarse un cuidado más que un tratamiento médico (12-13).

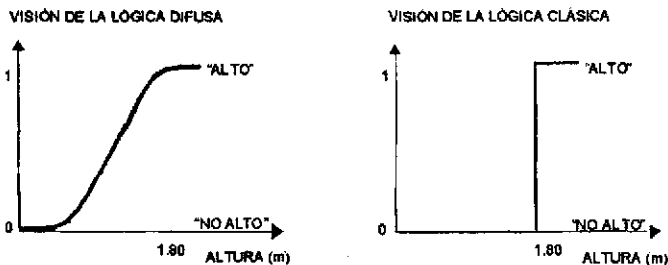
Los médicos en las unidades de cuidados intensivos confían en su experiencia personal, para decidir la suspensión del apoyo nutricional. Por lo que se recomienda que este tipo de decisiones médicas sean basadas en pautas explícitas, lógicas, lo que ha aumentado el interés en instrumentos de modelos de programas de computación para el apoyo de las decisiones médicas, ya que hay gran variedad de enfermedades y características de los pacien-

tes, al igual que diferentes juicios médicos.(14). Nuestro trabajo lo basaremos en un modelo a base de lógica difusa.

2.- Lógica Difusa

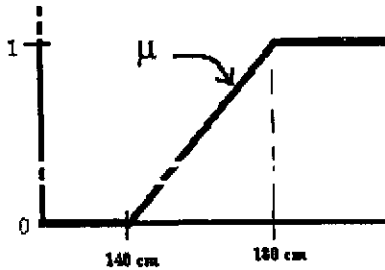
La lógica difusa es una rama de la inteligencia artificial que se funda en el concepto "todo es cuestión de grado", lo cual permite manejar información vaga o de difícil especificación. Es un sistema de reglas de "sentido común" (15), que se fundamenta en los conjuntos vagos y en la inferencia difusa basado en reglas de la proposición: " Si ..., entonces....".

En la lógica clásica sólo existen dos valores para el grado de pertenencia a un conjunto: el valor cero (0) para denotar aquellos elementos que no pertenecen al conjunto definido y el valor uno (1) para denotar aquellos elementos que definitivamente pertenecen al conjunto. En estas condiciones un elemento no puede pertenecer en forma simultánea a un conjunto y a su complemento. En el caso de la lógica difusa se da el hecho de que los elementos pertenezcan a un conjunto y simultáneamente a su complemento en algún grado.



La lógica difusa se ha aplicado especialmente a fenómenos lingüísticos que no poseen unos límites claramente definidos, como es el caso de estatura, peso, lejanía, etc. Un ejemplo: cuando se habla de personas ALTAS alguien en forma subjetiva podría afirmar que una persona de 140 cm es realmente baja, mientras que una persona de 180cm es realmente alta, para quien esta haciendo esta definición no existen dudas en relación al hecho de que la persona de 140 cm tiene un grado de pertenencia de cero (0) al conjunto de las personas ALTAS, en tanto que la persona de 180 cm tiene un grado de pertenencia de uno (1) al conjunto de las personas ALTAS. Sin embargo, ¿que ocurre con aquellas personas que tiene una estatura mayor de 140cm y menor de 180cm? En ese caso no se puede afirmar que completamente sean personas ALTAS ni que sean completamente BAJAS. Estas personas tendrán un grado de pertenencia diferente de cero y uno al conjunto de las personas ALTAS. La función de pertenencia de esas personas al conjunto de las ALTAS podrían tener muchas formas diversas; una de las mas sencillas se presenta en la siguiente figura en la cual la variación del grado de pertenencia (μ) en mención se realiza mediante una línea recta que une los dos puntos extremos. La función podría tener diferentes formas depen-

diendo de la interpretación y la forma de cálculo de la función de pertenencia respectiva, para lo cual esta disponible una serie de métodos empíricos. (16,17)



Esta característica de la lógica borrosa ha posibilitado su uso en muchas otras aplicaciones, en problemas que presentan variables de tipo lingüístico, o para solucionar problemas con valores matemáticos que no posean una delimitación clara entre los diferentes conceptos que involucran.

El número de funciones características asociadas a una misma variable es elegido por el experto: a mayor número de funciones características tendremos mayor resolución pero también mayor complejidad computacional.

La mayoría de los fenómenos que encontramos cada día son imprecisos, es decir, tiene implícito un cierto grado de difusidad en la descripción de su naturaleza. Esta imprecisión puede estar asociada con su forma, posición, momento, color semántica. En muchos casos el mismo concepto puede tener diferentes grados de imprecisión en diferentes contexto o tiempo. La lógica difusa aproxima eventos a funciones numéricas y se escoge un resultado en lugar de hacer un análisis del conocimiento empírico (16,20)

La lógica difusa inició desde 400 años A.C. con Platón que decía que había grados de pertenencia. En el siglo XVIII Berkeley y Hume propusieron una lógica de sentido común o vaga. Charles Sander Peirce fue el primero en considerar "vaguedades" a la forma en que el mundo y la gente funcionan. Bertrand Russell, a principios del siglo XX estudió las vaguedades y concluyó que la vaguedad es un grado. La primera lógica de vaguedades fue propuesta en 1920 por el filósofo Jan Lukasiewicz quien visualizó los conjuntos con un posible grado de pertenencia con valores de 0, 0.5 y 1. En los años setenta, Lofti Zadeh inventó la lógica difusa, que combina los conceptos de la lógica y de los conjuntos de Lukasiewicz mediante la definición de grados de pertenencia o membresía (15,18, 19).

El origen de las aplicaciones de la lógica difusa son los trabajos realizados por Ebrahim Mamdani con su estudiante de doctorado Sedrak Assilian, que obtuvieron un con-

trolador para un motor a vapor, que es el antecedente de todas las aplicaciones posteriores y que funcionó gracias a 24 reglas del tipo "Si..., entonces".

En Japón, desde 1988 hubo un verdadero boom de la lógica difusa, no sólo por los trabajos de Michio Sugeno y de otros científicos e ingenieros japoneses, sino también por la confianza e interés de las empresas en la emergente tecnología difusa. En la obra del japonés Michio Sugeno se mezclan sofisticados trabajos matemáticos con aplicaciones reales; sus aplicaciones han permitido hablar de "ingeniería difusa", además de lógica y tecnología difusa. La primera de sus aplicaciones, el control de una planta purificadora de agua, fue realizada entre 1980 y 1983 para la compañía Fuji Electric; la segunda, un automóvil en miniatura guiado por instrucciones orales. Entre 1987 y 1989, Sugeno desarrolló con la compañía Matsushita Panasonic, el primer producto mundial de consumo con la etiqueta lógica difusa: la "unidad suministradora de agua caliente". Finalmente entre 1989 y 1995, Sugeno y sus colaboradores desarrollaron un pequeño helicóptero controlado por radio a distancia y por instrucciones muy simples de la voz humana tratadas por inferencia con reglas representadas mediante la lógica difusa y redes neuronales. Sin embargo los investigadores buscan nuevos campos de aplicación de esta técnica. Se investiga en áreas como el reconocimiento de patrones visuales o la identificación de segmentos de DNA, entre otras. (18)

PREGUNTA DE INVESTIGACION:

¿La aplicación de un modelo a base de lógica difusa es útil en la evaluación de la toma de decisiones para la suspensión o limitación del apoyo nutricio en el paciente crítico?

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el apoyo nutricio en el paciente crítico se utiliza en forma indiscriminada, sin tomar en cuenta su futilidad, costos, calidad de vida del paciente.

La decisión de los médicos en limitar o suspender el apoyo nutricio se realiza consciente o inconscientemente, en base a una evaluación, un análisis o un juicio sobre el pronóstico o posibles desenlaces de los pacientes a su cargo. El juicio clínico para predecir pronósticos o desenlaces ha sido cuestionado debido a no ser muy reproducible, en algunas series se ha encontrado que tiende a sobreestimar el riesgo de muerte; Además, introduce sesgos por la variable capacidad individual de recordar eventos particularmente memorables, raros, recientes o remotos. Lo que lleva a la realización de gran variedad de sistemas de puntuación de severidad. Ya que hasta el momento no hay un sistema ideal, nosotros realizaremos un modelo a base de la lógica difusa como un instrumento que ayuda perfeccionar decisiones rápidas, explícitas y lógicas para suspender o limitar el apoyo nutricio en pacientes críticos.

OBJETIVOS

Objetivo Primario:

Desarrollo de un modelo de lógica difusa para evaluar la decisión de suspender o limitar el apoyo nutricio en pacientes críticos.

Objetivo Secundario:

Evaluar la aplicación de un modelo de lógica difusa para limitar o suspender el apoyo nutricio en pacientes críticos.

HIPÓTESIS

- 1) Es posible desarrollar un modelo de lógica difusa para evaluar la decisión de limitar o suspender el apoyo nutricio en pacientes críticos.
- 2) Los modelos de lógica difusa son aplicables en la toma de decisiones de limitar o suspender el apoyo nutricio en pacientes críticos.

CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Prospectiva, Retrolectiva, Longitudinal, Observacional, Comparativa

MATERIAL Y MÉTODOS.

1. POBLACIÓN DE ESTUDIO.

Que se cuente con el formato de recolección de datos de pacientes que ingresen a las unidades de cuidados intensivos, que incluye los servicios de urgencias hospitalización, terapia intermedia y terapia intensiva del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), en el Periodo de 1ro de abril del 2005 al 15 de agosto del 2005 que cumplan con los criterios de selección.

2. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Criterios de Inclusión:

1. Que se cuente con el formato de recolección de datos diario de los pacientes que ingresen a la terapia intensiva, terapia intermedia y urgencias-hospitalización del INCMNSZ con los datos completos.
2. Que requieran de apoyo nutricio (nutrición parenteral o nutrición enteral)
3. Estancia mínima de 24 h en los servicios mencionados en el criterio uno.
4. Mayores de 15 años
5. Cualquier género.

Criterios de Eliminación:

1. Alta voluntaria, traslado o cualquier condición que no permita conocer el estado final del paciente.

3.- DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS.

Se divide en dos apartados:

- I. Realización del modelo.
- II. Captura de datos.

1. Realización del modelo

Se realizará un modelo de computación en el programa Excel 2002, en diferentes hojas de cálculo:

- En la primera hoja: el menú principal donde habrá dos iconos. El primero para los datos generales del paciente y el segundo para el concentrado general de datos de todos los pacientes.
- Segunda hoja: Los datos generales de los pacientes donde habrá celdas para escribir la identificación de cada paciente.
- Siguiendo hojas.
Hojas de cálculo de cada paciente.

En esta hoja de cálculo habrá celdas donde se llenará con las variables: fecha, nombre, edad, género, registro, días de estancia hospitalaria, diagnóstico, apoyo nutricional, escala de Glasgow, comorbilidad, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial media, temperatura, gasto urinario, fracción inspirada de oxígeno, albúmina, bilirrubina, BUN, creatinina, glucosa, hematocrito, leucocitos, potasio, sodio, presión arterial de oxígeno, presión arterial de dióxido de carbono, PH arterial, y calorías administradas por cada día que se encuentre el paciente en la UCI.

Posteriormente se calcula automáticamente el APACHE de cada variable y el APACHE total, así como el grado de membresía de cada variable y grado de membresía total, de la siguiente forma:

1. APACHE II

Se realizó el modelo con base en estas variables.

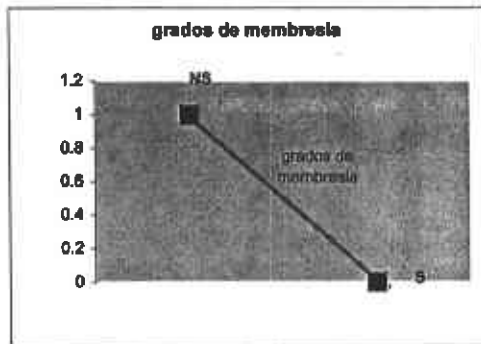
Variables fisiológicas	Rango elevado			Rango Bajo					
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	
Temperatura rectal (Axial +0,5°C)	≥ 41°	39-40,9°		38,5-38,9°	36-38,4°	34-35,9°	32-33,9°	30-31,9°	≤ 29,9°
Presión arterial media (mmHg)	≥ 160	130-159	110-129		70-109		50-69		≤ 49
Frecuencia cardíaca (respuesta ventricular)	≥ 180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤ 39
Frecuencia respiratoria (no ventilado o ventilado)	≥ 50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤ 5
Oxigenación: Elegir a o b a. Si FiO ₂ ≥ 0,5 anotar P A-aO ₂ b. Si FiO ₂ < 0,5 anotar PaO ₂	≥ 500	350-499	200-349		< 200 > 70	61-70		55-60	< 55
pH arterial (Preferido) HCO ₃ sérico (venoso mEq/l)	≥ 7,7 ≥ 52	7,6-7,59 41-51,9		7,5-7,59 32-40,9	7,33-7,49 22-31,9		7,25-7,32 18-21,9	7,15-7,24 15-17,9	< 7,15 < 15
Sodio Sérico (mEq/l)	≥ 180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	≤ 110
Potasio Sérico (mEq/l)	≥ 7	6-6,9		5,5-5,9	3,5-5,4	3-3,4	2,5-2,9		< 2,5
Creatinina sérica (mg/dl) Doble puntuación en caso de fallo renal agudo	≥ 3,5	2-3,4	1,5-1,9		0,6-1,4		< 0,6		
Hematocrito (%)	≥ 60		50-59,9	46-49,9	30-45,9		20-29,9		< 20
Leucocitos (Total/mm ³ en miles)	≥ 40		20-39,9	15-19,9	3-14,9		1-2,9		< 1
Escala de Glasgow Puntuación=15-Glasgow actual									
A. APS (Acute Physiology Score) Total: Suma de las 12 variables individuales									
B. Puntuación por edad (≤44 = 0 punto; 45-54 = 2 puntos; 55-64 = 3 puntos; 65-74 = 5 puntos; >75 = 6 puntos)									
C. Puntuación por enfermedad crónica									
Puntuación APACHE II (Suma de A+B+C)									

Al capturar las variables en las celdas en la segunda hoja de cálculo, estos datos se pasan automáticamente a la parte inferior de la hoja de cálculo y aparecerá el APACHE correspondiente a la variable. Al final calculará el apache total

GRADOS DE MEMBRESÍA

Grado de Membresía (GM): es el grado de pertenencia a un conjunto determinado.

En nuestro caso hay dos conjuntos: sobrevivientes (S) y no-sobrevivientes (NS). El valor de la función es de 1 para NS y de 0 para S. Al valor 1 se le define como gamma (γ), y al valor 0 como alfa (α). Entre ambos valores se considera un infinito de grados de membresía. Ejemplo: un grado de membresía de 0.6 adjudica una pertenencia de 60% al conjunto NS, y de 40% al conjunto S.



Este apartado lo vamos a dividir en los cálculos de los grados de membresía de cada variable y cálculos de grados de membresías totales.

- GRADOS DE MEMBRESÍA DE CADA VARIABLE

En los grados de membresía de cada variable, se aplicará un sistema de inferencia difusa basada en reglas de la forma "Si.... Entonces....",

SI LA VARIABLE ES ENTONCES EL RIESGO ES ALTO.

Donde, dependiendo de la variable se utiliza la regla, y dependiendo de la regla se escogen las formulas a utilizar.

Para cada variable (x) se adjudicó un valor alfa (α) y uno gamma (γ), estos valores se tomaron de un reporte no publicado: "Futility And Nutritional Support In The Intensive Care Unit:Probability Vs Possibility" (22), cambiando unas variables (Glasgow y comorbilidad) ya que en dicho estudio se tomaron como plataforma las variables del APACHE II.

Dependiendo al valor de alfa y gamma se aplica una regla de acuerdo a la gráfica obtenida (ascendente, descendente o mixta), así se elige una fórmula, como se explicará más adelante.

PRIMERA REGLA:

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE (x)	ALFA (α)	GAMMA (γ)
Comorbilidad Puntos	0	5
Frecuencia cardiaca Latidos/minuto	40	175
Frecuencia respiratoria Respiraciones/minuto	9	60
Diferencia de presión alveolo-arterial (P(A-a)O ₂ mmHg)	210	500
BUN Mg/dl	0.5	120
Edad Años	17	87
Bilirrubinas Mg/dl	0.2	25
Días de estancia en la unidad de cuidados intensivos	1	28

Para las anteriores variables se utilizarán las siguientes fórmulas

$$\mu_A(x) = \text{cuando } x \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } x \leq \alpha = 0$$

(19,22)

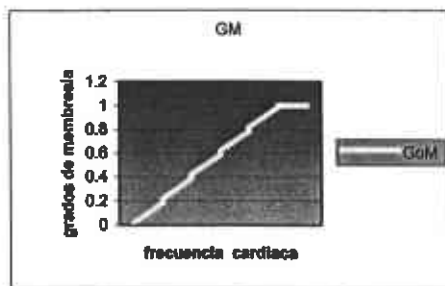
Donde: $\mu_A(x)$ es el grado de pertenencia de la variable observada

x es la observación

α es el punto de la función equivalente a 0. (GM = 0)

γ es el punto de la función equivalente al valor mas alto (GM = 1)

Una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en la fórmula anterior se obtiene una gráfica similar a la que se muestra (ascendente), en la cual se basará el modelo.



SEGUNDA REGLA:
SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE (x)	ALFA (α)	GAMMA (β)
Glasgow	15	0
TAM (Tensión arterial media) mmHg	126	30
Hematocrito %	46	8
Albúmina g/l	41	4

Para las anteriores variables se utilizarán las siguientes fórmulas

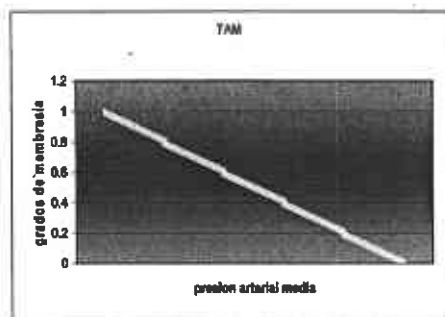
$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

(19,22)

Una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en la fórmula anterior se obtiene una gráfica similar a la que se muestra (descendente), en la cual se basará el modelo



TERCERA REGLA:

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE	ALFA	GAMMA		
Temperatura Grados centígrados	37	34.6	(d)	40.1 (a)
PaO ₂ mmHg	85	18	(d)	361.4 (a)
PaCO ₂ mmHg	31	11.5	(d)	78.6 (a)
Ph arterial	7.41	6.94	(d)	7.98 (a)
Creatinina Mg/dl	1.75	0.2	(d)	16.2 (a)
Gasto urinario L/dia	2.9	0.005	(d)	14.6 (a)
Leucocitos Cu/mm ³	12	0.3	(d)	54 (a)
Sodio Meq/l	139	72.2	(d)	184.6 (a)
Glucosa Mg/dl	160	36	(d)	912 (a)
Potasio Meq/l	4.5	2.5	(d)	7 (a)

(d) se utiliza la segunda fórmula, ya que la gráfica que se obtiene es descendente
 (a) se utiliza la primera fórmula, ya que la gráfica que se obtiene es ascendente.

En estas variables se utilizarán las dos fórmulas anteriores, una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en ambas fórmulas se obtiene una gráfica similar a la que se muestra (descendente y ascendente) en la cual se basará el modelo para obtener los grados de membresía.

Se utilizará esta fórmula para los primeros valores de alfa

$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$ <p style="text-align: center;">Cuando $\gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$</p> <p style="text-align: center;">Cuando $x \leq \gamma = 1$</p> <p style="text-align: right;">(19,22)</p>
--

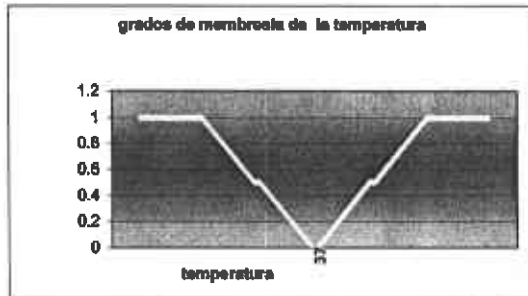
Se utilizará esta fórmula para los segundos valores de alfa

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \gamma = 1$$

$$\text{Cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{Cuando } x \leq \alpha = 0$$

(19,22)



• GRADOS DE MEMBRESÍA TOTALES.

Al final del cálculo de grados de membresía de cada variable, se calculan dos grados de membresía totales

- El grado de membresía de todas las variables
- El grado de membresía de las variables que contiene el APACHE II.

El grado de membresía total se calculará con la siguiente fórmula (Curva S):

$$s(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{array}{l} \chi \leq \alpha \\ \alpha \leq \chi \leq \beta \\ \beta \leq \chi \leq \gamma \\ \chi \geq \gamma \end{array} = \begin{array}{l} = 0 \\ = 2((\chi - \alpha) / (\gamma - \alpha))^2 \\ = 1 - 2((\chi - \gamma) / (\gamma - \alpha))^2 \\ = 1 \end{array}$$

(23)

Donde:

χ = equivale a la suma de los grados de membresía

α = es el valor menor de grados de membresía, en este caso cero

γ = es el valor mayor de los grados de membresía, en este caso 22 variables = 22.

β = $\min + ((\max. - \min) \times 0$.

Por lo que el programa sumará los grados de membresía de todas las variables, teniendo esta suma, se calculará el grado de membresía total

Para calcular el grado de membresía de acuerdo a las variables del APACHE es el mismo paso, pero primero se suman los grados de membresía de las variables del APACHE y se calculará el grado de membresía total de acuerdo a estas variables

- Y hasta la última hoja de cálculo se encontrará el concentrado general de datos, donde se observarán todos los datos finales de todos los pacientes al final de la captura.

2. Captura de Datos.

- (e) Se investigó en las hojas de captura de datos de enfermería de los pacientes que iniciaron con apoyo nutricional en la unidad de cuidados intensivos, terapia intermedia y hospitalización urgencias en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán del Iro. de abril del 2005 al 15 de agosto del 2005.
- (f) Se revisaron las hojas de captura de datos de enfermería de los pacientes desde que se inició el apoyo nutricional hasta que terminó el mismo, o egreso de las unidades de cuidados intensivos mencionadas en el apartado uno y se anotó: fecha, nombre, edad, género, registro del expediente, días de estancia hospitalaria, diagnóstico, apoyo nutricional, Glasgow, comorbilidad, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial media, temperatura, gasto urinario, fracción inspirada de oxígeno, albúmina, bilirrubina, BUN, creatinina, glucosa, hematocrito, leucocitos, potasio, sodio, presión arterial de oxígeno, presión arterial de dióxido de carbono, PH arterial, y calorías administradas. Todo lo cual se registra en una hoja de recolección de datos (ver anexo 2).
- (g) Se registró de las hojas de datos de enfermería el desenlace de cada paciente hasta que el paciente egresó del hospital.

DEFINICIONES OPERACIONALES:

Todos los datos se extrajeron de las hojas de recolección de datos (anexo 2) con el siguiente formato:

FECHA: se coloca en día, mes y año __/__/____

DIAGNÓSTICO: se coloca un diagnóstico, el más importante, el que le ocasionó su estancia en la unidad de cuidados intensivos. Completo o por abreviaturas aquellos diagnósticos ya conocidos por la comunidad médica, ejemplo: IRC (insuficiencia renal crónica), DM (diabetes mellitas) entre otros.

APOYO NUTRICIONAL: esta variable la determina el médico encargado del paciente, y si es por medio de sonda enteral, o por alimentación parenteral.

NO SOBREVIVIENTE. Se anota sí, o no.

GLASGOW:

Se califica de acuerdo a la siguiente escala; si esta el paciente sedado se califica como 10. (el Glasgow lo califica enfermería)

Apertura de ojos		Respuesta motora		Respuesta verbal	
Puntuación: ojos abiertos		Puntuación: mejor respuesta		Puntuación: mejor respuesta	
4	Espontáneamente	6	Cumple ordenes	5	Orientado
3	A la voz	5	Localiza el dolor	4	Confuso
2	Al dolor	4	Solo retira	3	Palabras inapropiadas
1	No responde	3	Flexión anormal	2	Sonidos incomprensibles
		2	Extensión anormal	1	No responde
		1	No responde		

COMORBILIDAD: es manejada de acuerdo al APACHE II, si el paciente tiene enfermedad crónica, si el paciente tiene historia de insuficiencia orgánica sistémica o está inmuno-comprometido, o en caso de posquirúrgicos urgentes o no quirúrgicos corresponde a 5, y 2 puntos, en caso de posquirúrgicos de cirugía electiva.

Definiciones. Debe existir evidencia de insuficiencia orgánica o inmuno-compromiso, previo al ingreso hospitalario y conforme a los siguientes criterios:

- **Higado.** cirrosis (con biopsia), hipertensión portal comprobada, antecedentes de hemorragia gastrointestinal alta debida a hipertensión portal o episodios previos de falla hepática, encefalopatía hepática, o coma.
- **Cardiovascular.** Clase IV según la New York Heart Association.
- **Respiratorio:** Enfermedad restrictiva, obstructiva o vascular que obligue a restringir el ejercicio, como por ejemplo: incapacidad para subir escaleras o realizar tareas domesticas; o hipoxia crónica probada, hipercapnia, policitemia secundaria, hipertensión pulmonar severa (>40mmhg), o dependencia respiratoria.
- **Renal.** Hemodializados
- **Inmunocomprometidos:** que el paciente hay recibido terapia que suprima la resistencia a la infección (por ejemplo inmuno-supresión, quimioterapia, radiación, tra-

tamiento crónico o altas dosis recientes de esteroide, o que padezca una enfermedad suficientemente avanzada para inmuno-deprimidos como por ejemplo: leucemia, linfoma o SIDA).

FRECUENCIA CARDIACA: se toma del registro de enfermería la frecuencia cardiaca más alterada durante el día, medida en latidos por minuto.

FRECUENCIA RESPIRATORIA: se toma del registro de enfermería la frecuencia respiratoria más alterada durante el día, medida en respiraciones por minuto.

DIFERENCIA DE PRESION DE OXÍGENO ALVEÓLO-ARTERIAL El modelo la calcula con la siguiente fórmula teniendo resultados de la gasometría arterial y el FiO_2 que se administra al paciente.

Si la diferencia alveólo-arterial de oxígeno es:

$$\text{Dif A-aO}_2 = \text{PAO}_2 - \text{PaO}_2$$

Donde: PAO_2 : Presión alveolar de oxígeno
 PaO_2 : Presión arterial de oxígeno

$$\text{PAO}_2 = ((\text{PB} - \text{PH}_2\text{O}) \text{FiO}_2) - (\text{PaCO}_2/0.8)$$

Donde: PB : Presión barométrica (580mmhg)
 PH_2O : Presión de vapor de agua = 6.2% de la presión barométrica.

EDAD. Se registra en años

DIAS DE ESTANCIA: Se colocan los días de estancia del paciente

TENSION ARTERIAL MEDIA: se toma del registro de la hoja de recolección de datos de enfermería; la presión sistólica y diastólica, uno calcula la presión arterial media, la presión arterial media es la presión diastólica más un tercio de la presión del pulso medida en mm Hg., y se toma en cuenta la más alterada en el día.

TEMPERATURA. Se toma del registro de las hojas de enfermería la temperatura en grados centígrados la más alterada.

GASTO URINARIO: se registra en las hojas de enfermería, y se toma en cuenta la suma del gasto urinario al final de las 24 horas y se registra en litros por día.

FRACCIÓN INSPIRADA DE OXÍGENO (FiO_2), se registra de acuerdo al FiO_2 que registra el ventilador, manejado por el médico encargado del paciente.

CALORÍAS. Se encuentra en la hoja de registro de alimentación parenteral o enteral, se capturan diario las calorías administradas al paciente.

Los siguientes exámenes son de rutina en los pacientes de la unidad de cuidados intensivos por lo que también se capturan en la hoja de recolección de datos.

<i>Examen de rutina en la UTI</i>	Medición	Valor normal
<i>albúmina</i>	Mide la cantidad de albúmina en suero	36 a 50g/l.
<i>bilirrubina</i>	Se mide la bilirrubina total en suero	0.5 a 1.5 mg/dl.
<i>BUN</i>	Nitrógeno ureico en sangre	8 a 22 mg/dl.
<i>creatinina</i>	Se mide cantidad de creatinina en suero	0.6 a 1.2mg/dl.
<i>glucosa</i>	Cantidad de glucosa en suero	70 - 100mg /dl.
<i>Hematócrito</i>	Porcentaje del volumen total de sangre compuesta por glóbulos rojos	Mujeres 38 a 46% Hombres 42 a 52%
<i>Leucocitos</i>	Mide el numero de glóbulos blancos en sangre	4- 12 mil células por microlitro.
<i>Potasio</i>	Cantidad de potasio en suero	3.5 - 5 meq/l.
<i>Presión arterial de oxígeno</i>	Gasometría (PaO ₂)	55-80 mmHg.
<i>Presión arterial de dióxido de carbono</i>	Gasometría (PaCO ₂)	30-40 mmHg.
<i>PH arterial</i>	gasometría	7.35- 7.45
<i>Sodio</i>	Mide la cantidad de sodio en suero	135-147 meq/l.

4) ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la elaboración del modelo se utilizarán funciones basadas en funciones de lógica difusa, utilizando un sistema de tres reglas de comparación con la forma "si...entonces...".

Para la evaluación de la aplicación del modelo las variables utilizadas se describieron con medidas de tendencia central y de dispersión, es decir con medias, medianas, promedios y desviaciones estándar según sea el caso de variables numéricas o no numéricas. Se aplicó el modelo de inferencia difusa para establecer el GM (GM) de cada variable. Para determinar el GM de cada paciente, es decir el GM total de cada paciente, se realizará la sumatoria de los GM de todas las variables y se aplicará la fórmula para determinar su ubicación dentro de la curva S (ver material y métodos). De igual forma, se determinará la ubicación sobre la curva S de la sumatoria de los GM de todas las variables incluidas en la escala APACHE II. El punto de corte se determinó en relación a β de 0.5.

5) ASPECTOS ÉTICOS

Por tratarse de un estudio retrolectivo no ameritó evaluación por el comité de ética ni carta de consentimiento informado, asegurando en todo momento la confidencia de los datos recolectados de los pacientes.

RESULTADOS.

1. ELABORACIÓN DEL MODELO.

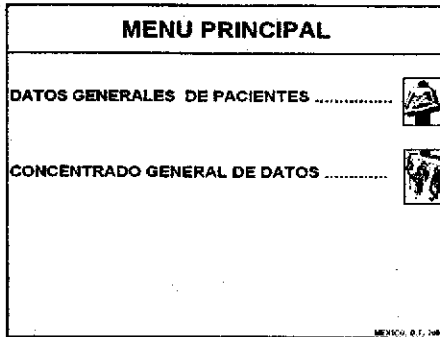
Tabla 1

Variable	Datos
Hojas de cálculo de Microsoft Excel	24 hojas de cálculo
Número de pacientes por archivo	20 pacientes
Primera hoja	Menú principal
Iconos de la primera hoja	dos
Segunda hoja	Datos generales de pacientes
Celdas de la segunda hoja	100 celdas
Filas de la segunda hoja	20 filas
Columnas de la segunda hoja	5 columnas
Iconos de la segunda hoja	20 iconos para ir a la hoja de los pacientes
Hoja de pacientes	Recolección de las variables diarias.
Celdas por hoja de calculo del paciente	9374
Columnas en la hoja de pacientes	86 columnas
Datos de las columnas	Días de cada variable
Filas en la hoja de pacientes	109 filas
Datos de las filas	variables
Variabes en la hoja de pacientes	32
Cálculos en la hoja de pacientes	Escala de apache por cada variable GM de cada variable Apache total GM total GM total de acuerdo a las variables del apache
Iconos en la hoja de pacientes	2 iconos
Ultima hoja	Concentrado general de datos
Columnas de la última hoja	78 columnas
Filas de la última hoja	Depende a las observaciones realizadas por paciente

Se realizó un modelo en Microsoft Excel 2002 basado en la teoría difusa y en el sistema APACHE II para evaluar la decisión de suspender o limitar el apoyo nutricio en pacientes críticos.

El modelo consistió en 24 hojas de cálculo, donde captaban 20 pacientes en cada archivo del modelo,

1. La hoja de inicio



Donde es el menú principal y se encuentran dos íconos:



Al oprimir este icono va a los datos generales de pacientes



Al oprimir este icono va al concentrado general de datos de todos los pacientes.

2.- Datos generales de pacientes

Cuando se oprime el icono de datos generales de pacientes aparece esta hoja de cálculo

DATOS GENERALES DE PACIENTES				
No. de Paciente	Nombre del Paciente	Residencia	Edad	Sexo
1	AFR	228104	42	F
2	SON	100002	80	F
3	AR	228008	80	M
4	AGD	182108	21	F
5	GR	130883	20	F
6	SM	228000	38	M
7	AVR	200041	36	F
8	GR	182008	24	F
9	SM	184100	21	M
10	AGD	228004	23	F
11	AL	210000	51	M
12	SM	181000	32	F
13	PM	217800	22	M
14	SM	228001	20	M

En las celdas amarillas se pueden llenar con los datos del paciente, a cada paciente ya se le designó un número, se coloca el nombre, registro, edad y género. Cada archivo tiene capacidad para 20 pacientes, ya que requiere 7.36 MB. de memoria.

- Si se oprime el icono: *paciente* PACIENTE 01

Va automáticamente a la hoja correspondiente del paciente del número escogido, apareciendo la identificación del paciente con los datos ya capturados en las celdas previas. Las celdas amarillas están listas para la captura las variables

1. HOJA DE CADA PACIENTE:

The screenshot shows a spreadsheet application window. At the top, there is a menu bar with options like 'Archivo', 'Formato', 'Datos', 'Herramientas', 'Ventana', and 'Ayuda'. Below the menu bar, there are two buttons: 'MENU PRINCIPAL' and 'PACIENTE 01'. The spreadsheet itself has a header row with columns for 'Paciente', 'Nombre del PACIENTE', 'Registro', 'Edad', and 'Sexo'. Below this, there is a grid of data entry cells. The first column contains patient IDs (e.g., 01, 02, 03, etc.). The second column contains names (e.g., 'Paciente 01', 'Paciente 02', etc.). The remaining columns contain numerical values for various variables. The spreadsheet is displayed in a window titled 'C:\Program Files\Microsoft Office\Office\Excel97\Excel97.xls'.

Posterior a la captura de las variables, automáticamente el programa calcula el APACHE de cada variable y el grado de membresía.

A) APACHE II

El modelo realizó el cálculo del APACHE II, con base en estas variables.

Variables fisiológicas	Rango elevado				Rango Bajo				+4
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	
Temperatura rectal (Axial +0.5°C)	≥ 41°	39-40,9°		38,5-38,9°	36-38,4°	34-35,9°	32-33,9°	30-31,9°	≤ 29,9°
Presión arterial media (mmHg)	≥ 160	130-159	110-129		70-109		50-69		≤ 49
Frecuencia cardíaca (respuesta ventricular)	≥ 160	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤ 39
Frecuencia respiratoria (no ventilado o ventilado)	≥ 50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤ 5
Oxigenación : Elegir a o b a. Si FiO2 ≥ 0,5 anotar P A-aO2 b. Si FiO2 < 0,5 anotar PaO2	≥ 500	350-499	200-349		<200 >70	61-70		55-60	<55
pH arterial (Preferido)	≥ 7,7	7,6-7,59		7,5-7,59	7,33-7,49		7,25-7,32	7,15-7,24	<7,15
HCO3 sérico (venoso mEq/l)	≥ 52	41-51,9		32-40,9	22-31,9		18-21,9	15-17,9	<15
Sodio Sérico (mEq/l)	≥ 180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	≤ 110
Potasio Sérico (mEq/l)	≥ 7	6-6,9		5,5-5,9	3,5-5,4	3-3,4	2,5-2,9		<2,5
Creatinina sérica (mg/dl) Doble puntuación en caso de fallo renal agudo	≥ 3,5	2-3,4	1,5-1,9		0,6-1,4		<0,6		
Hematocrito (%)	≥ 60		50-59,9	46-49,9	30-45,9		20-29,9		<20
Leucocitos (Total/mm3 ea miles)	≥ 40		20-39,9	15-19,9	3-14,9		1-2,9		<1
Escala de Glasgow Puntuación=15-Glasgow actual									
A. APS (Acute Physiology Score) Total: Suma de las 12 variables individuales									
B. Puntuación por edad (≤44 = 0 punto; 45-54 = 2 puntos; 55-64 = 3 puntos; 65-74 = 5 puntos; >75 = 6 puntos)									
C. Puntuación por enfermedad crónica									
Puntuación APACHE II (Suma de A+B+C)									

Al capturar las variables en las celdas amarillas que pide la hoja de cálculo, estos datos se pasan automáticamente a la parte inferior de la hoja de cálculo (sección de color azul claro) y aparece el APACHE correspondiente a la variable en las celdas verde claro.

Fecha	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005
20	119	120	120	119	119	119	119	119
21	80	84	120	119	117	120	119	118
22	8,77	8,3	8,08	8,08	8,3	8,8	8,74	8,74
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	312	311	312	312	312	312	312	312

Página 1

Fecha	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004
20	80	80	80	80	80	80	80	80
21	78	78	78	78	78	78	78	78
22	8	8	8	8	8	8	8	8
23	10	10	10	10	10	10	10	10
24	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
25	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
26	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80
27	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
28	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
29	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50
30	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
31	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
32	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
33	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

fecha	03/04/2005
diagnostico	nac
apoyo nutricional	net
vivos	si
glasgow	15
Gm	0.00
apache	0.00

Y al final se calcula el apache total en las celdas color canela.

Fecha	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005	03/04/2005
20	119	120	120	119	119	119	119	119
21	80	84	120	119	117	120	119	118
22	8,77	8,3	8,08	8,08	8,3	8,8	8,74	8,74
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	312	311	312	312	312	312	312	312

Página 2

Fecha	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004	11/07/2004
20	80	80	80	80	80	80	80	80
21	78	78	78	78	78	78	78	78
22	8	8	8	8	8	8	8	8
23	10	10	10	10	10	10	10	10
24	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
25	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
26	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80
27	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
28	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
29	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50	80,50
30	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
31	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
32	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
33	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00	148,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

B) GRADOS DE MEMBRESÍA.

Este apartado lo vamos a dividir en los cálculos de los grados de membresía para cada variable y el cálculo de los grados de membresía totales.

1. GRADOS DE MEMBRESÍA DE CADA VARIABLE

En los grados de membresía de cada variable, se aplicó un sistema de inferencia difusa basada en reglas de la forma "Si.... Entonces....",

SI LA VARIABLE ES ENTONCES EL RIESGO ES ALTO.

Donde, dependiendo de la variable se utiliza la regla, y dependiendo de la regla se escogen las formulas a utilizar.

Para cada variable (x) se adjudicó un valor alfa (α) y uno gamma (γ), estos valores se tomaron de un reporte no publicado: "Futility And Nutritional Support In The Intensive Care Unit:Probability Vs Possibility" (22), cambiando unas variables (Glasgow y comorbilidad) ya que en dicho estudio se tomaron como plataforma las variables del APACHE II.

Dependiendo al valor de alfa y gamma se aplica una regla de acuerdo a la gráfica obtenida (ascendente, descendente o mixta), así se elige una fórmula, como se explicará más adelante.

Nuestras variables las clasificamos en las 3 reglas previamente mencionadas.

PRIMERA REGLA:

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE (x)	ALFA (α)	GAMMA (γ)
Comorbilidad Puntos	0	5
Frecuencia cardíaca Latidos/minuto	40	175
Frecuencia respiratoria Respiraciones/minuto	9	60
Diferencia de presión alveolo-arterial (P(A-a)O ₂ mmHg)	210	500
BUN Mg/dl	0.5	120
Edad Años	17	87
Bilirrubinas	0.2	25

Mg/dl		
Días de estancia en la unidad de cuidados intensivos	1	28

Para las anteriores variables se utilizaron las siguientes fórmulas

$$\mu A(\chi) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ \text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ \text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{cases} \quad (19.22)$$

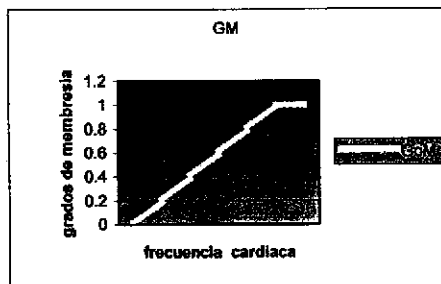
Donde: $\mu A(\chi)$ es el grado de pertenencia de la variable observada

χ es la observación

α es el punto de la función equivalente a 0. (GM = 0)

γ es el punto de la función donde es el valor mas alto. (GM = 1)

Una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en la fórmula anterior se obtiene una gráfica similar a la que se muestra (ascendente), en la cual se basa el modelo.



SEGUNDA REGLA:

SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE (x)	ALFA (α)	GAMMA (β)
Glasgow	15	0
TAM (Tensión arterial media) mmHg	126	30
Hematocrito %	46	8
Albúmina g/l	41	4

Para las anteriores variables se utilizaron las siguientes fórmulas

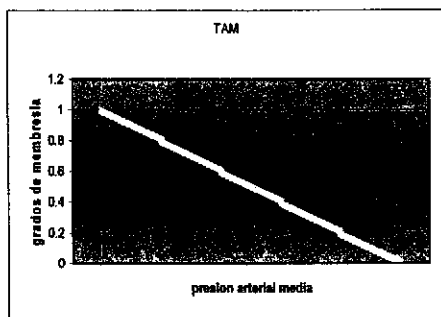
$$\mu A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

(19,22)

Una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en la fórmula anterior se obtiene una gráfica similar a la que se muestra (descendente), en la cual se basa el modelo.

**TERCERA REGLA:**

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE	ALFA	GAMMA	
Temperatura (Grados centígrados)	37	34.6 (d)	40.1 (a)
PaO ₂ (mm Hg)	85	18 (d)	361.4 (a)
PaCO ₂ (mm Hg)	31	11.5 (d)	78.6 (a)
Ph arterial	7.41	6.94 (d)	7.98 (a)
Creatinina (mg/dl)	1.75	0.2 (d)	16.2 (a)
Gasto urinario (L/día)	2.9	0.005 (d)	14.6 (a)
Leucocitos (Cu/mm ³)	12	0.3 (d)	54 (a)

Sodio(meq/l)	139	72.2	(d)	184.6	(a)
Glucosa (mg/dl)	160	36	(d)	912	(a)
Potasio (meq/l)	4.5	2.5	(d)	7	(a)

d) (se utiliza la segunda fórmula, ya que la grafica que se obtiene es descendente)
a) (se utiliza la primera fórmula, ya que la grafica que se obtiene es ascendente).

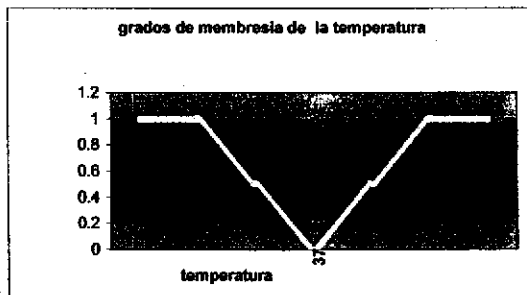
En estas variables se utilizó las dos fórmulas anteriores, una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en ambas fórmulas se obtiene una grafica similar a la que se muestra (descendente y ascendente) en la cual se basa el modelo para obtener los grados de membresía.

Se utiliza esta fórmula para los primeros valores de alfa

$$\begin{aligned} \mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ &\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ &\text{cuando } x \leq \gamma = 1 \end{aligned} \quad (19,22)$$

Se utiliza esta fórmula para los segundos valores de alfa

$$\begin{aligned} \mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ &\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ &\text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{aligned} \quad (19,22)$$



Se presenta un ejemplo de cada grupo de variables mencionadas anteriormente.

PRIMERA REGLA:

- Frecuencia cardiaca

$$\alpha = 40$$
$$\gamma = 175$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$$\mu_A(X) = \text{cuando } fc \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < fc < \gamma = (fc - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } fc \leq \alpha = 0$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (fc) = cuando } fc \geq 175 = 1$$

$$\text{cuando } 40 < fc < 175 = (fc - 40) / (175 - 40)$$

$$\text{cuando } fc \leq 40 = 0$$

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtienen los siguientes resultados.

Por lo tanto, en el momento de capturar en las celdas amarillas, ya se está calculando el grado de membresía de la frecuencia cardiaca en las celdas verdes.

frecuencia cardiaca	80.00
Gm	0.30
apache	0.00

SEGUNDA REGLA.

Hematocrito (hto.):

$$\alpha = 46$$
$$\gamma = 8$$

SIX ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utiliza esta fórmula:

$$\begin{aligned}\mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ &\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (x - \gamma) / (\alpha - \gamma) \\ &\text{cuando } x \leq \gamma = 1\end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned}\text{Grados de membresía (hto)} &= \text{cuando } \text{hto} \geq 46 = 0 \\ &\text{cuando } 8 < \text{hto} < 46 = (46 - \text{hto}) / (46 - 8) \\ &\text{cuando } \text{hto} \leq 8 = 1\end{aligned}$$

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtienen los siguientes resultados.

Por lo tanto, en el momento de capturar en las celdas amarillas, ya se está calculando el grado de membresía del hematocrito en las celdas verdes.

Hematocrito	28.00
Gm	0.47
apache	2.00

TERCERA REGLA:

Temperatura (Temp):

$$\begin{aligned}\alpha &= 37 \\ \gamma &= 34.6 \\ &40.1\end{aligned}$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una curva ascendente y otra descendente con el mismo valor α , pero diferente valor γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\begin{aligned}\mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ &\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ &\text{cuando } x \leq \alpha = 0\end{aligned}$$

Grado de membresía (temp) =	cuando $temp \geq 40.1 = 1$
	Cuando $37 < temp < 40.1 = (temp-37)/(40.1-37)$
	Cuando $temp \leq 37 = 0$

Luego

Segunda Fórmula. Se utiliza el valor de γ más bajo, ya que la gráfica es descendente.

$\mu_A(X) =$	cuando $x \geq \alpha = 0$
	cuando $\gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$
	cuando $x \leq \gamma = 1$

Sustituyendo:

Grado de membresía (temp) =	cuando $temp \geq 37 = 0$
	cuando $34.6 < temp < 37 = (37 - temp) / (temp - 34.6)$
	cuando $x \leq 34.6 = 1$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la temperatura es menor de 34.6 es 1, si la temperatura es mayor de 40.1 es uno, si la temperatura es menor de 37 se utiliza la segunda fórmula, y si es mayor se utiliza la primera fórmula, y si es 37, el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtienen los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas amarillas, se está calculando el grado de membresía de la temperatura en las celdas verdes.

Temperatura	39.00
gm	0.65
apache	3.00

Esto se realiza para cada variable dependiendo del grupo de variables al que pertenece. Para ver el ejemplo del cálculo de cada variable ver anexo 1.

suma de gm		6.14
---------------	--	------

Tenemos una suma de 6.14 sustituyendo en la fórmula:

$$x = 6.14$$

$$\alpha = 0$$

$$\beta = 11$$

$$\gamma = 22$$

$(x; \alpha, \beta, \gamma) =$	$x \leq \alpha$	$=$	0
	$\alpha \leq x \leq \beta$	$=$	$2((x - \alpha) / (\gamma - \alpha))^2$
	$\beta \leq x \leq \gamma$	$=$	$1 - 2((x - \gamma) / (\gamma - \alpha))^2$
	$x \geq \gamma$	$=$	1

Sustituyendo: como $x = 6.14$ se utiliza la fórmula señalada

$$2((6.14 - 0) / (22 - 0))^2 = 0.16$$

El grado de membresía total es 0.16, dependiendo la suma de los grados de membresía se utiliza la fórmula correspondiente

Para calcular el grado de membresía de acuerdo a las variables del apache es el mismo paso, pero primero se suman los grados de membresía de las variables del apache y se calcula el grado de membresía total de acuerdo a estas variables.

2. EVALUACION DE LA APLICACIÓN DEL MODELO

Se revisaron 867 hojas de captación de datos de 60 pacientes que recibieron apoyo nutricional en unidades de cuidados intensivos en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

La población estudiada se caracterizó por la edad promedio 51.1 años (16-86 años), 29 femeninos y 31 masculinos, días de estancia promedio 17.38 días (2-73 días), APACHE II en las primeras 24 horas 15 puntos (5-33), escala de Glasgow 13 puntos (8-15 puntos) tomando en cuenta que esta escala es evaluada por enfermería y consideran un Glasgow de 10 si el paciente está sedado. De estos 60 pacientes, a 52 recibieron nutrición enteral y 8 nutrición parenteral total, y se les administró en promedio 1330 calorías/d (rango de 232-2038 calorías/d), los pacientes tenían en promedio una albúmina de 9.48g/l (1.08 - 30.2 g/l), y los diagnósticos de la población se mencionan en el Anexo 3 (Ver Anexo 3. Tabla 1-5)

Para comprobar el modelo realizado a base de lógica difusa para la decisión de futilidad del apoyo nutricional en UCI, se tomó en cuenta los GM totales y el GM total de acuerdo a los GM de las variables del APACHE II (GM APACHE) en las primeras 24 horas. Esto se comparó con el APACHE II tomándolo como modelo de referencia (Anexo 3: tabla 6)

Sabiendo que la puntuación ≥ 30 del APACHE II tiene un porcentaje de mortalidad del 73%, o que un APACHE superior a 25 se considera como de muy alto riesgo de mortalidad y que el GM > 0.5 de acuerdo a nuestra fórmula de la curva S se considera como posibilidad de muerte. Conforme a esto, se realizan las siguientes condiciones para dar una puntuación y una comparación:

Se le da un valor de 0 si no concuerdan GM con el APACHE II; 2 si concuerdan ambos, y 1 si sólo un GM concuerda con el APACHE, ya sea GM total o GM APACHE. (Anexo 3: tabla 2)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">0. GM total < 0.5 y GM APACHE < 0.5 y APACHE ≥ 301. GM total ≥ 0.5 ó GM APACHE ≥ 0.5 Y APACHE ≥ 302. GM total ≥ 0.5 y GM APACHE ≥ 0.5 Y APACHE ≥ 300. GM total > 0.5 y GM APACHE > 0.5 y APACHE ≤ 301. GM total ≤ 0.5 o GM APACHE ≤ 0.5 y APACHE ≤ 302. GM total ≤ 0.5 y GM APACHE ≤ 0.5 y APACHE ≤ 30 |
|---|

Si los GM se comparan con el estatus de egreso de nuestros pacientes con una puntuación parecida a la anterior, donde se refiere una puntuación de 2 si el estatus concuerda con GM, si no concuerdan es 0, y si sólo un GM concuerda ya sea con los GM total o GM APACHE es 1. (Anexo 3: tabla 3)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">0. GM total < 0.5 y GM APACHE < 0.5 y ESTATUS MUERTO1. GM total ≥ 0.5 ó GM APACHE ≥ 0.5 Y ESTATUS MUERTO2. GM total ≥ 0.5 y GM APACHE ≥ 0.5 Y ESTATUS MUERTO |
|--|

- | |
|--|
| 0. GM total >0.5 y GM APACHE > 0.5 y ESTATUS VIVO |
| 1. GM total ≤ 0.5 o GM APACHE ≤ 0.5 y ESTATUS VIVO |
| 2. GM total ≤ 0.5 y GM APACHE ≤ 0.5 y ESTATUS VIVO |

La Evaluación de nuestro modelo a base de lógica difusa se tomo en cuenta lo siguiente:

1. Se evaluó la puntuación obtenida de los GM (GM total o GM APACHE) vs APACHE

EVALUACION GM TOTAL VS APACHE

Evaluación del Modelo	Número de pacientes
2 concordantes	60
1 concordante	0
0 concordante	0
promedio	2

2. Se evaluó la puntuación de los GM (GM total o GM APACHE) vs ESTATUS

EVALUACION GM TOTAL VS ESTATUS

Evaluación del Modelo	
2 concordantes	41
1 concordantes	0
0 concordantes	19
Promedio	1.36

Donde observamos que los GM y el APACHE II tienen 100% de concordancia, en cambio GM con ESTATUS tiene el 68% de concordancia.

DISCUSIÓN.

Este modelo fue aplicado durante un periodo de 4.5 meses en la unidad de cuidados intensivos del INCMNSZ. Para su evaluación primero se compararon los GM total y GM APACHE con el modelo de referencia APACHE II donde se observó una concordancia al 100%. Posteriormente se compararon los GM total y GM APACHE con la sobrevivencia (Estatus al final del estudio) una concordancia del 68%

Debido a que la distribución de los datos de las variables GM Total, GM APACHE, APACHE II y sobrevivencia, no presentan una distribución normal, se realizaron las pruebas de correlación no paramétricas Tau de Kendall y rho de Spearman para determinar el grado de correlación entre GM Total y GM de APACHE con la escala de APACHE.

- | |
|--|
| 0. GM total >0.5 y GM APACHE > 0.5 y ESTATUS VIVO |
| 1. GM total ≤ 0.5 o GM APACHE ≤ 0.5 y ESTATUS VIVO |
| 2. GM total ≤ 0.5 y GM APACHE ≤ 0.5 y ESTATUS VIVO |

La Evaluación de nuestro modelo a base de lógica difusa se tomo en cuenta lo siguiente:

1. Se evaluó la puntuación obtenida de los GM (GM total o GM APACHE) vs APACHE

**EVALUACION GM TOTAL
VS APACHE**

Evaluación del Modelo	Número de pacientes
2 concordantes	60
1 concordante	0
0 concordante	0
promedio	2

2. Se evaluó la puntuación de los GM (GM total o GM APACHE) vs ESTATUS

EVALUACION GM TOTAL VS ESTATUS

Evaluación del Modelo	
2 concordantes	41
1 concordantes	0
0 concordantes	19
Promedio	1.36

Donde observamos que los GM y el APACHE II tienen 100% de concordancia, en cambio GM con ESTATUS tiene el 68% de concordancia.

DISCUSIÓN.

Este modelo fue aplicado durante un periodo de 4.5 meses en la unidad de cuidados intensivos del INCMNSZ. Para su evaluación primero se compararon los GM total y GM APACHE con el modelo de referencia APACHE II donde se observó una concordancia al 100%. Posteriormente se compararon los GM total y GM APACHE con la sobrevivencia (Estatus al final del estudio) una concordancia del 68%

Debido a que la distribución de los datos de las variables GM Total, GM APACHE, APACHE II y sobrevivencia, no presentan una distribución normal, se realizaron las pruebas de correlación no paramétricas Tau de Kendall y rho de Spearman para determinar el grado de correlación entre GM Total y GM de APACHE con la escala de APACHE.

Ambas variables de GM mostraron correlación altamente significativa ($p < 0.001$) con la escala de APACHE.

Por el contrario, el modelo de predicción mostró significancia estadística ($p = 0.016$) para la variable GM Total, pero con una baja capacidad explicativa. Esto último debido a que este estudio no se diseñó para identificar factores predictivos para el estatus final (vivo-muerto), por lo que la significancia estadística de la variable GM Total para predecir el estatus confirma que el modelo propuesto es funcional.

El APACHE II que se tomó en cuenta fue de 30 puntos que consideraron 73% de mortalidad, de acuerdo a los estudios realizados por Knaus y colaboradores (24), aunque otros estudios refieren más de 25 puntos con un alto grado de mortalidad (25), si se hubiera tomado más de 25 puntos la concordancia fuera de 98%, por lo que se considera que nuestro modelo tiene muy buena concordancia con el APACHE II. Ya sea tomando 25 o 30 puntos como alto riesgo de mortalidad.

En cuestión de la sobrevivencia y nuestro modelo la concordancia fue aceptable, pero hay que tomar en cuenta que los GM totales y GM APACHE no fueron mayores de 0.5, por lo que a nuestros pacientes de acuerdo a nuestro modelo no había indicación de suspender o limitar el apoyo nutricional. A futuro esperamos recabar más observaciones para realizar una mejor discriminación y ajustar el programa, asimismo los valores alfa y gamma para nuestra población estudiada.

CONCLUSIÓN.

Los adelantos científicos que caracterizan la época actual se deben en gran parte al importante desarrollo de la computación, en la medicina la aparición de la computadora como parte del equipamiento tecnológico de las UCI, han facilitado la puesta en práctica de nuevas estrategias, lo que ha reducido los costos en este tipo de servicios, y ante la grave crisis económica que sufren las instituciones de salud en nuestro país, resulta muy importante implementar estrategias que ayuden a racionalizar los recursos disponibles, el aprovechamiento del tiempo de los recursos humanos: médico, enfermeras, licenciadas en nutrición, etc; y materiales; así como ayuda para la toma de decisiones clínicas y terapéuticas que disminuyen la posibilidad de errores humanos y, como logro más importante en la disminución de la mortalidad.

El modelo de predicción de nuestro estudio mostró significancia estadística ($p = 0.016$) para la variable GM total, Concordancia con el APACHE II al 100% en el pronóstico de la mortalidad, 68% con la sobrevivencia, aun observando una baja capacidad explicativa. Este trabajo no fue diseñado para identificar factores predictivos de sobrevivencia. Sin embargo, la significancia estadística observada en nuestro estudio de la variable GM Total para predecir la sobrevivencia, confirma que el modelo propuesto es funcional.

Ambas variables de GM mostraron correlación altamente significativa ($p < 0.001$) con la escala de APACHE.

Por el contrario, el modelo de predicción mostró significancia estadística ($p = 0.016$) para la variable GM Total, pero con una baja capacidad explicativa. Esto último debido a que este estudio no se diseñó para identificar factores predictivos para el estatus final (vivo-muerto), por lo que la significancia estadística de la variable GM Total para predecir el estatus confirma que el modelo propuesto es funcional.

El APACHE II que se tomó en cuenta fue de 30 puntos que consideraron 73% de mortalidad, de acuerdo a los estudios realizados por Knaus y colaboradores (24), aunque otros estudios refieren más de 25 puntos con un alto grado de mortalidad (25), si se hubiera tomado más de 25 puntos la concordancia fuera de 98%, por lo que se considera que nuestro modelo tiene muy buena concordancia con el APACHE II. Ya sea tomando 25 o 30 puntos como alto riesgo de mortalidad.

En cuestión de la sobrevivencia y nuestro modelo la concordancia fue aceptable, pero hay que tomar en cuenta que los GM totales y GM APACHE no fueron mayores de 0.5, por lo que a nuestros pacientes de acuerdo a nuestro modelo no había indicación de suspender o limitar el apoyo nutricional. A futuro esperamos recabar más observaciones para realizar una mejor discriminación y ajustar el programa, asimismo los valores alfa y gamma para nuestra población estudiada.

CONCLUSIÓN.

Los adelantos científicos que caracterizan la época actual se deben en gran parte al importante desarrollo de la computación, en la medicina la aparición de la computadora como parte del equipamiento tecnológico de las UCI, han facilitado la puesta en práctica de nuevas estrategias, lo que ha reducido los costos en este tipo de servicios, y ante la grave crisis económica que sufren las instituciones de salud en nuestro país, resulta muy importante implementar estrategias que ayuden a racionalizar los recursos disponibles, el aprovechamiento del tiempo de los recursos humanos: médico, enfermeras, licenciadas en nutrición, etc; y materiales; así como ayuda para la toma de decisiones clínicas y terapéuticas que disminuyen la posibilidad de errores humanos y, como logro más importante en la disminución de la mortalidad.

El modelo de predicción de nuestro estudio mostró significancia estadística ($p = 0.016$) para la variable GM total, Concordancia con el APACHE II al 100% en el pronóstico de la mortalidad, 68% con la sobrevivencia, aun observando una baja capacidad explicativa. Este trabajo no fue diseñado para identificar factores predictivos de sobrevivencia. Sin embargo, la significancia estadística observada en nuestro estudio de la variable GM Total para predecir la sobrevivencia, confirma que el modelo propuesto es funcional.

Los resultados presentados son preliminares, ya que se continuará este estudio para recabar más observaciones y realizar los ajustes al programa pertinentes, así se adecúen a nuestra población, en espera de que pueda ser utilizada en un futuro para apoyar la toma de decisiones en la UCI.

BIBLIOGRAFIA.

1. Tsang H, Chan I, et al. When to Stop Treatment but continue Care: An Approach to futile interventions. *Medical Progress* 1999; March:1-5
2. Schiappacasse L. Bioética Web. Sociedad Valenciana de Bioética. España. 1997.
3. Althabe M, Cardigni G, et al. Consenso sobre recomendaciones acerca de la limitación del soporte vital en terapia intensiva. *Arch. Argent Pediatr.* 1999;97(6):411-415
4. Schneiderman. L. Jecker N. Jonson A. Medical Futility. *Annals of Internal Medicine*; 1996; 125(8):669-674.
5. Dueñas C, El juicio clínico en cuidado intensiva ¿ es útil para tomar decisiones y predecir pronósticos?. <http://www.encolombia.com/medicina/neumologia/neumo11199-eljuicio.htm>.
6. Kruse JA, Thill -Baharozian MC, Carison RW. Comparison of clinical assessment with APACHE II for predicting mortality risk in patients admitted to a medical intensive care int. *JAMA.* 1998;260:1739.
7. Pappachan JV, Millar B, Bennett ED, Smith GB. Comparisons of outcome from intensive care admission after adjustment for case mix by APACHE II prognostic system. *Chest.* 1999; 115:802-10.
8. Marquez E. Morales R, Perez G. Validación del sistema de pronóstico: Modelo predictor de la mortalidad II. *MEDISAN* 2001;5(4):18-25.
9. Hunt JP, Meyer AA. Predicting survival in the intensive care unit. *Current Problems in Surgery* 1997;34(7):535-99
10. Roger J, Fueller HD. Use of daily Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE-II) Score to predict individual patient survival rate. *Crit Care Med.* 1995; 22:1402-5.
11. Hopefl A. Taaffe C. et al. Failure of APACHE II alone as a predictor of mortality in patients receiving total parenteral nutrition. *Critical Care Medicine* 1989;17:414-417
12. Cabre L. Duran S. Limitación del esfuerzo terapéutico en medicina intensiva. *Med Intensiva* 2002;26(6):304-311.
13. Winter. S. Terminal Nutrition: Framing the Debate for the Withdrawal of Nutritional Support in Terminally Ill Patients. *Am. J. Med.* 2000;109:723-726
14. Jasón H. et al. Lógica confusa en aplicación en toma de decisiones medicas en la unidad de cuidados intensivos. *Diario americano de la medicina respiratoria y critica* abril 2003; 1-7.
15. Cazo Y. La lógica difusa. Matemáticas, Física, Astronomía .1998
16. Li. H. y Ven, V. Fuzzy Sets and Fuzzy Decision Makin. CRC Press. Nueva York, 1995.
17. Zapata C, Jiménez C, Velásquez J. El tratamiento de los términos borrosos en manejadores de base de datos relacionales. *DYNA*, 2003. 70(138) 1-12.
18. Sanz A. Lógica borrosa: Incidencia en las aplicaciones industriales. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y comunicaciones. University of Zaragoza, Spain.
19. McNeill D. Freiberger P. Fuzzy Logic. New York: Simon & Schuster. 1993
20. Lazzari L, Machado E, et al. Los conjuntos borrosos: Una Introducción. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires. 1998.
21. Zúñiga A. Lopez B, Pasquetti A, Domínguez C. Futility and Nutritional Support in the Intensive Care Unit: Probability vs Possibility. 1991 (no publicada)
22. Klir G, et al. Fuzzy sets and Fuzzy Logic. Theory and Applications, New Jersey, 1995.

23. Cox E. The fuzzy systems handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems. Cambridge 1994
24. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA et al. The APACHE II prognostic system: Risk prediction of mortality for critically ill hospitalized adults. Chest 1991; 100: 1619-36.
25. Perez A. Olivera M. Calixto A. Determinación diaria de la severidad de las enfermedades para predecir la mortalidad en la unidad de cuidados intensivos. http://indexmedico.com/publicaciones/indexmed_journal/edicion5/severidad/uci/perez

ANEXO I

EJEMPLO DE LOS CÁLCULOS DE GRADO DE MEMBRESIA DE CADA VARIABLE.

Las variables se repartieron en 3 reglas:

PRIMERA REGLA:

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE (x)	ALFA (α)	GAMMA (γ)
Comorbilidad Puntos	0	5
Frecuencia cardiaca Latidos/minuto	40	175
Frecuencia respiratoria Respiraciones/minuto	9	60
Diferencia de presión alveolo-arterial (P(A-a)O ₂ mmHg)	210	500
BUN Mg/dl	0.5	120
Edad Años	17	87
Bilirrubinas Mg/dl	0.2	25
Días de estancia en la unidad de cuidados intensivos	1	28

Para las anteriores variables se utilizó las siguientes fórmulas

$$\mu_A(x) = \text{cuando } x \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } x \leq \alpha = 0$$

(19,22)

Donde: $\mu_A(x)$ es el grado de pertenencia de la variable observada

x es la observación

α es el punto de la función equivalente a 0. (GM = 0)

γ es el punto de la función donde es el valor mas alto. (GM = 1)

Una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en la formula anterior se obtiene una grafica similar a la que se muestra (ascendente), en la cual se basa el modelo.

PRIMERA REGLA:

- COMORBILIDAD (com)

$$\alpha = 0$$

$$\gamma = 5$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$$\mu_A(X) = \text{cuando } com \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < com < \gamma = (com - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } com \leq \alpha = 0$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (com)} = \text{cuando } com \geq 5 = 1$$

$$\text{cuando } 0 < com < 5 = (com - 0) / (5 - 0)$$

$$\text{cuando } com \leq 0 = 0$$

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, ya esta calculando el grado de membresía de la comorbilidad en las celdas blancas.

comorbilidad	5.00
gm2	1.00
apache 2	5.00

FRECUENCIA CARDIACA (fc)

$$\alpha = 40$$

$$\gamma = 175$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$$\mu_A(X) = \text{cuando } fc \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < fc < \gamma = (fc - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

cuando $fc \leq \alpha = 0$

Sustituyendo:

Grados de membresía (fc) = cuando $fc \geq 175 = 1$

cuando $40 < fc < 175 = (fc - 40)/(175 - 40)$

cuando $fc \leq 40 = 0$

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

frecuencia cardiaca	80.00
Gm	0.30
apache	0.00

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía de la frecuencia cardiaca en las celdas blancas.

FRECUENCIA RESPIRATORIA (fr).

$\alpha = 9$

$\gamma = 60$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$\mu_A(X) =$ cuando $fr \geq \gamma = 1$

cuando $\alpha < fr < \gamma = (fr - \alpha)/(\gamma - \alpha)$

cuando $fr \leq \alpha = 0$

Sustituyendo:

Grados de membresía (fr) = cuando $fr \geq 60 = 1$

cuando $9 < fr < 60 = (fr - 9)/(60 - 9)$

cuando $fr \leq 9 = 0$

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

frecuencia respiratoria	15.00
gm	0.12
apache	0.00

por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía de la frecuencia respiratoria en las celdas blancas.

DIFERENCIA DE PRESION ALVEOLO-ARTERIAL (dif)

$$\alpha = 210$$

$$\gamma = 500$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$$\mu_A(X) = \text{cuando } dif \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < dif < \gamma = (dif - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } dif \leq \alpha = 0$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (dif) = cuando } dif \geq 500 = 1$$

$$\text{cuando } 210 < dif < 500 = (dif - 210) / (500 - 210)$$

$$\text{cuando } dif \leq 210 = 0$$

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

P(A-a)O ₂	102.85
gm	0.00
apache	0.00

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía de la diferencia de presión alveolo-arterial en las celdas blancas.

BUN.

$$\alpha = 0.5$$

$$\gamma = 120$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$$\mu A(X) = \text{cuando } bun \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < bun < \gamma = (bun - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } bun \leq \alpha = 0$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (bun) = cuando } bun \geq 60 = 1$$

$$\text{cuando } 9 < bun < 60 = (bun - 9) / (60 - 9)$$

$$\text{cuando } bun \leq 9 = 0$$

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

bun	19.00
gm	0.15

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía del BUN en las celdas blancas.

EDAD

$$\alpha = 17$$

$$\gamma = 87$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$$\mu A(X) = \text{cuando } edad \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < edad < \gamma = (edad - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } edad \leq \alpha = 0$$

Sustituyendo:

Grados de membresía (edad) = cuando edad \geq 87 = 1

Cuando $17 < \text{edad} < 87 = (\text{edad} - 17)/(87 - 17)$

Cuando edad \leq 17 = 0

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

edad	73.00
gm	0.80
apache	5.00

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía de la edad en las celdas blancas.

BILIRRUBINAS (bil).

$$\alpha = 0.2$$

$$\gamma = 25$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$\mu_A(X) =$ cuando bil \geq $\gamma = 1$

cuando $\alpha < \text{bil} < \gamma = (\text{bil} - \alpha)/(\gamma - \alpha)$

cuando bil \leq $\alpha = 0$

Sustituyendo:

Grados de membresía (bil) = cuando bil \geq 25 = 1

cuando $0.2 < \text{bil} < 25 = (\text{bil} - 0.2)/(25 - 0.2)$

cuando fr \leq 0.2 = 0

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

bilirrubinas	0.94
gm	0.03

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía de las bilirrubinas en las celdas blancas

DIAS DE ESTANCIA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (est).

$$\alpha = 1$$

$$\gamma = 28$$

SI X ES ALTO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

$\mu A(X) =$ cuando $est \geq \gamma = 1$ cuando $\alpha < est < \gamma = (est - \alpha) / (\gamma - \alpha)$ cuando $est \leq \alpha = 0$
Sustituyendo:
Grados de membresía (est) = cuando $est \geq 28 = 1$ cuando $1 < est < 28 = (est - 1) / (28 - 1)$ cuando $est \leq 1 = 0$

Se realizan algoritmos basados en la formula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

días de estancia	2.00
gm	0.04

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas sombreadas, ya esta calculando el grado de membresía de los días de estancia en la unidad de cuidados intensivos en las celdas blancas.

SEGUNDA REGLA:

SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE (x)	ALFA (α)	GAMMA (β)
Glasgow	15	0
TAM (Tensión arterial media) mmHg	126	30
Hematocrito %	46	8
Albúmina g/l	41	4

Para las anteriores variables se utilizó las siguientes fórmulas

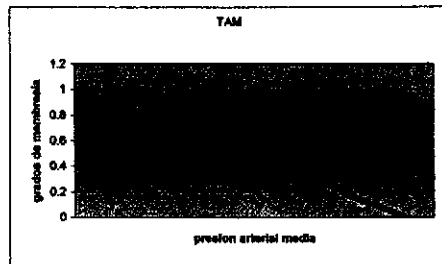
$$\mu A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

(19,22)

Una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en la fórmula anterior se obtiene una grafica similar a la que se muestra (descendente), en la cual se basa el modelo



GLASGOW (gw)

$$\alpha = 15$$

$$\gamma = 0$$

SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utiliza esta formula:

$$\mu A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (gw) = cuando } gw \geq 15 = 0$$

$$\text{cuando } 0 < gw < 15 = (15 - gw) / (15 - 0)$$

$$\text{cuando } gw \leq 0 = 1$$

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, ya esta calculando el grado de membresía del Glasgow en las celdas blancas.

glasgow	12
gm	0.25
apache	3.00

TENSION ARTERIAL MEDIA (tam)

$$\alpha = 126$$

$$\gamma = 30$$

SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utiliza esta formula:

$\mu_A(X) =$	cuando $x \geq \alpha = 0$
	cuando $\gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$
	cuando $x \leq \gamma = 1$
Sustituyendo:	
Grados de membresía (tam) =	cuando $tam \geq 126 = 0$
	cuando $30 < tam < 126 = (126 - tam) / (126 - 30)$
	cuando $tam \leq 30 = 1$

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, ya esta calculando el grado de membresía de la tensión arterial media en las celdas blancas.

tam	73.00
gm	0.55
apache	0.00

HEMATOCRITO (hto)

$$\alpha = 46$$

$$\gamma = 8$$

SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utiliza esta formula:

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (hto) = cuando } hto \geq 46 = 0$$

$$\text{cuando } 8 < hto < 46 = (46 - hto) / (46 - 8)$$

$$\text{cuando } hto \leq 8 = 1$$

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

hematócrito	28.00
Gm	0.47
apache	2.00

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, ya esta calculando el grado de membresía del hematócrito en las celdas blancas.

ALBUMINA (alb)

$$\alpha = 41$$

$$\gamma = 4$$

SI X ES BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utiliza esta formula:

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

Sustituyendo:

$$\text{Grados de membresía (alb)} = \text{cuando alb} \geq 41 = 0$$

$$\text{cuando } 4 < \text{alb} < 41 = (41 - \text{alb}) / (41 - 4)$$

$$\text{cuando alb} \leq 4 = 1$$

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados.

albúmina	12.60
gm	0.77

Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, ya esta calculando el grado de membresía del albúmina en las celdas blancas.

TERCERA REGLA:

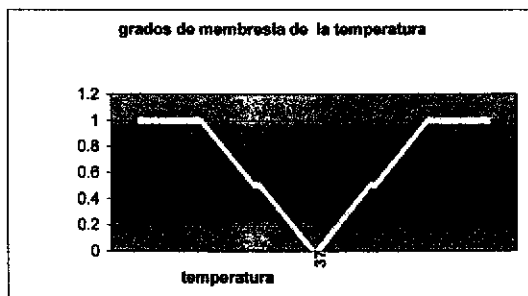
SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

VARIABLE	ALFA	GAMMA	
Temperatura Grados centigrados	37	34.6 (d)	40.1 (e)
PaO ₂ mmHg	85	18 (d)	361.4 (e)

PaCO ₂ mmHg	31	11.5 (d)	78.6 (a)
Ph arterial	7.41	6.94 (d)	7.98 (a)
Creatinina Mg/dl	1.75	0.2 (d)	16.2 (a)
Gasto urinario L/dia	2.9	0.005 (d)	14.6 (a)
Leucocitos Cu/mm3	12	0.3 (d)	54 (a)
Sodio Meq/l	139	72.2 (d)	184.6 (a)
Glucosa Mg/dl	160	36 (d)	912 (a)
Potasio Meq/l	4.5	2.5 (d)	7 (a)

- (h) (se utiliza la segunda formula, ya que la grafica que se obtiene es descendente)
 (a) (se utiliza la primera formula, ya que la grafica que se obtiene es ascendente).

En estas variables se utilizó las dos fórmulas anteriores, una vez aplicando cualquiera de las variables mencionadas en ambas fórmulas se obtiene una grafica similar a la que se muestra (descendente y ascendente) en la cual se basa el modelo para obtener los grados de membresía.



TEMPERATURA (temp)

$$\alpha = 37$$

$$\gamma = 34.6$$

$$40.1$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una grafica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ \text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ \text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\text{Grado de membresía (temp)} = \begin{cases} \text{cuando } \text{temp} \geq 40.1 = 1 \\ \text{Cuando } 37 < \text{temp} < 40.1 = (\text{temp} - 37) / (40.1 - 37) \\ \text{Cuando } \text{temp} \leq 37 = 0 \end{cases}$$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la grafica es descendente.

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ \text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ \text{cuando } x \leq \gamma = 1 \end{cases}$$

Sustituyendo:

$$\text{Grado de membresía (temp)} = \begin{cases} \text{cuando } \text{temp} \geq 37 = 0 \\ \text{cuando } 34.6 < \text{temp} < 37 = (37 - \text{temp}) / (\text{temp} - 34.6) \\ \text{cuando } x \leq 34.6 = 1 \end{cases}$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la temperatura es menor de 34.6 es 1, si la temperatura es mayor de 40.1 es uno, si la temperatura es menor de 37 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera formula. Y si es 37 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía de la temperatura en las celdas blancas.

temperatura	37.50
gm	0.16
apache	0.00

PRESION ARTERIAL DE OXIGENO (PaO2)

$$\alpha = 85$$

$$\gamma = 18$$

$$361$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una grafica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\begin{aligned} \mu_A(X) = & \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ & \text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ & \text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Grado de membresía (PaO2)} = & \text{cuando } PaO2 \geq 361 = 1 \\ & \text{Cuando } 85 < PaO2 < 361 = (PaO2 - 85) / (361 - 85) \\ & \text{Cuando } PaO2 \leq 85 = 0 \end{aligned}$$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la grafica es descendente.

$$\begin{aligned} \mu_A(X) = & \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ & \text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ & \text{cuando } x \leq \gamma = 1 \end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} \text{Grado de membresía (PaO2)} = & \text{cuando } PaO2 \geq 85 = 0 \\ & \text{cuando } 18 < PaO2 < 85 = (85 - PaO2) / (PaO2 - 18) \\ & \text{cuando } x \leq 18 = 1 \end{aligned}$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la presión arterial de oxígeno es menor de 18 es 1, si la PaO2 es mayor de 361 es uno, si la PaO2 es menor de 85 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera fórmula. Y si es 85 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía de la PaO2 en las celdas blancas.

PaO ₂	81.00
gm	0.06
apache	1.00

PRESION ARTERIAL DE DIOXIDO DE CARBONO (PaCO₂)

$$\alpha = 31$$

$$\gamma = 11.5$$

$$78.6$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una gráfica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ \text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ \text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\text{Grado de membresía (PaCO}_2) = \begin{cases} \text{cuando } \text{PaCO}_2 \geq 78.6 = 1 \\ \text{Cuando } 31 < \text{PaCO}_2 < 78.6 = (\text{PaCO}_2 - 31) / (78.6 - 31) \\ \text{Cuando } \text{PaCO}_2 \leq 31 = 0 \end{cases}$$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la gráfica es descendente.

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ \text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ \text{cuando } x \leq \gamma = 1 \end{cases}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} \text{Grado de membresía (PaCO}_2) &= \text{cuando PaCO}_2 \geq 31 = 0 \\ &\text{Cuando } 11.5 < \text{PaCO}_2 < 31 = (31 - \text{PaCO}_2) / (\text{PaCO}_2 - 11.5) \\ &\text{cuando } x \leq 11.5 = 1 \end{aligned}$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la PaCO₂ es menor de 11.5 es 1, si la PaCO₂ es mayor de 78.6 es uno, si la PaCO₂ es menor de 31 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera fórmula. Y si es 31 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía de la PaCO₂ en las celdas blancas.

PaCO ₂	27.00
gm	0.21

Ph ARTERIAL (Ph)

$$\begin{aligned} \alpha &= 7.41 \\ \gamma &= 6.94 \\ &7.98 \end{aligned}$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una gráfica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera formula:(se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ \text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ \text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{cases}$$

Grado de membresía (Ph) =	cuando $Ph \geq 7.98 = 1$
	Cuando $7.41 < Ph < 7.98 = (PaC02-7.41)/(7.98 - 7.41)$
	Cuando $Ph = 7.41 = 0$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la gráfica es descendente.

$\mu_A(X) =$	cuando $x \geq \alpha = 0$
	cuando $\gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$
	cuando $x \leq \gamma = 1$

Sustituyendo:

Grado de membresía (Ph) =	cuando $Ph = 7.41 = 0$
	Cuando $6.94 < Ph < 7.41 = (7.41 - Ph) / (Ph - 6.94)$
	cuando $x \leq 6.94 = 1$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la Ph. es menor de 6.94 es 1, si la Ph. es mayor de 7.98 es uno, si la Ph es menor de 7.41 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera formula. Y si es 7.41 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía de la Ph en las celdas blancas.

ph arterial	7.42
gm	0.02
apache	0.00

CREATININA (cre)

$\alpha = 1.75$

$\gamma = 0.2$

16.2

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una gráfica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\begin{aligned}\mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ &\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha) \\ &\text{cuando } x \leq \alpha = 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Grado de membresía (cre)} &= \text{cuando } cre \geq 16.2 = 1 \\ &\text{Cuando } 1.75 < cre < 16.2 = (cre - 1.75) / (16.2 - 1.75) \\ &\text{Cuando } cre = 1.75 = 0\end{aligned}$$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la gráfica es descendente.

$$\begin{aligned}\mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ &\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ &\text{cuando } x \leq \gamma = 1\end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned}\text{Grado de membresía (cre)} &= \text{cuando } cre = 0.2 = 0 \\ &\text{Cuando } 0.2 < cre < 1.75 = (1.75 - cre) / (cre - 0.2) \\ &\text{cuando } x \leq 0.2 = 1\end{aligned}$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la creatinina. es menor de 0.2 es 1, si la creatinina. es mayor de 16.2 es uno, si la creatinina es menor de 1.75 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera fórmula. Y si es 1.75 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía de la creatinina en las celdas blancas.

creatinina	1.32
gm	0.28
apache	0.00

GASTO URINARIO (gu).

$\alpha = 2.9$
 $\gamma = 0.005$
 14.2

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una grafica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera formula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$\mu_A(X) =$ cuando $x \geq \gamma = 1$
 cuando $\alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$
 cuando $x \leq \alpha = 0$

Grado de membresía (gu) = cuando $gu \geq 14.6 = 1$
 Cuando $2.9 < gu < 14.6 = (gu - 2.9) / (14.6 - 2.9)$
 Cuando $gu = 2.9 = 0$

Luego

Segunda Formula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la gráfica es descendente.

$\mu_A(X) =$ cuando $x \geq \alpha = 0$
 cuando $\gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$
 cuando $x \leq \gamma = 1$

Sustituyendo:

Grado de membresía (gu) = cuando $gu = 2.9 = 0$

Cuando $0.005 < gu < 2.9 = (2.9 - gu) / (gu - 0.005)$

cuando $x \leq 0.005 = 1$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si el gasto urinario es menor de 0.005 l/d. es 1, si el gasto urinario. es mayor de 14.6 es uno, si el gasto urinario es menor de 2.9 se utiliza la segunda fórmula, y si es mayor se utiliza la primera fórmula. Y si es 2.9 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía del gasto urinario en las celdas blancas.

gasto urinario	3.600
gm	0.06

LEUCOCITOS (leu).

$$\alpha = 12$$

$$\gamma = 0.3$$

$$54$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una grafica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la grafica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } x \leq \alpha = 0$$

$$\text{Grado de membresía (leu) = cuando leu} \geq 54 = 1$$

$$\text{Cuando } 12 < \text{leu} < 54 = (\text{leu} - 12) / (54 - 12)$$

$$\text{Cuando leu} = 12 = 0$$

Luego

Segunda Formula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la gráfica es descendente.

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ \text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ \text{cuando } x \leq \gamma = 1 \end{cases}$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} \text{Grado de membresía (leu)} &= \text{cuando leu} = 12 = 0 \\ &\text{Cuando } 0.3 < \text{leu} < 12 = (12 - \text{leu}) / (12 - 0.3) \\ &\text{cuando } x \leq 0.3 = 1 \end{aligned}$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si los leucocitos es menor de 0.3. es 1, si los leucocitos es mayor de 54 es uno, si los leucocitos es menor de 12 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera formula. Y si es 12 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía de los leucocitos en las celdas blancas.

Leucocitos	9.70
gm	0.20
apache	0.00

SODIO (Na).

$$\alpha = 139$$

$$\gamma = 72$$

$$184$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas formulas. Ya que se juntan una gráfica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } x \leq \alpha = 0$$

$$\text{Grado de membresía (Na) = cuando } Na \geq 184.6 = 1$$

$$\text{Cuando } 139 < Na < 184.6 = (Na - 139) / (184.6 - 139)$$

$$\text{Cuando } Na = 139 = 0$$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la grafica es descendente.

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

Sustituyendo:

$$\text{Grado de membresía (Na) = cuando } Na = 139 = 0$$

$$\text{Cuando } 72.2 < Na < 139 = (139 - Na) / (Na - 72.2)$$

$$\text{cuando } x \leq 72.2 = 1$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si el sodio es menor de 72 es 1, si el sodio es mayor de 184.6 es uno, si los leucocitos es menor de 139 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera formula. Y si es 139 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía del sodio en las celdas blancas.

sodio	134.00
gm	0.07
apache	0.00

GLUCOSA (gl).

$$\alpha = 160$$

$$\gamma = 36$$

$$912$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una gráfica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula:(se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la gráfica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \begin{cases} \text{cuando } x \geq \gamma = 1 \\ \text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x-\alpha)/(\gamma-\alpha) \\ \text{cuando } x \leq \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\text{Grado de membresía (gl)} = \begin{cases} \text{cuando } gl \geq 912 = 1 \\ \text{Cuando } 160 < gl < 912 = (gl-160)/(912-160) \\ \text{Cuando } gl = 160 = 0 \end{cases}$$

Luego

Segunda fórmula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la gráfica es descendente.

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \alpha = 0$$

$$\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (x - \gamma) / (\alpha - \gamma)$$

$$\text{cuando } x \leq \gamma = 1$$

Sustituyendo:

$$\text{Grado de membresía (gl)} = \text{cuando } gl = 160 = 0$$

$$\text{Cuando } 36 < gl < 160 = (160 - 36) / (gl - 36)$$

$$\text{cuando } x \leq 36 = 1$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si la glucosa es menor de 36 es 1, si la glucosa es mayor de 912 es uno, si la glucosa es menor de 160 se utiliza la segunda fórmula, y si es mayor se utiliza la primera fórmula. Y si es 160 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se está calculando el grado de membresía de la glucosa en las celdas blancas.

glucosa	114.00
gm 2	0.37

POTASIO (k).

$$\alpha = 4.5$$

$$\gamma = 2.5$$

$$7$$

SI X ES ALTO O BAJO ENTONCES EL RIESGO ES ALTO

Se utilizan ambas fórmulas. Ya que se juntan una gráfica ascendente y descendente con el mismo valor α . Pero diferente valor de γ .

Primera fórmula: (se utiliza el valor de γ mas alto) ya que la grafica es ascendente:

$$\mu_A(X) = \text{cuando } x \geq \gamma = 1$$

$$\text{cuando } \alpha < x < \gamma = (x - \alpha) / (\gamma - \alpha)$$

$$\text{cuando } x \leq \alpha = 0$$

$$\text{Grado de membresía (k)} = \text{cuando } k \geq 7 = 1$$

$$\text{Cuando } 4.5 < k < 7 = (k - 4.5) / (7 - 4.5)$$

Cuando $k = 4.5 = 0$

Luego

Segunda Formula. Se utiliza el valor de γ mas bajo, ya que la grafica es descendente.

$$\begin{aligned}\mu_A(X) &= \text{cuando } x \geq \alpha = 0 \\ &\text{cuando } \gamma < x < \alpha = (\alpha - x) / (\alpha - \gamma) \\ &\text{cuando } x \leq \gamma = 1\end{aligned}$$

Sustituyendo:

Grado de membresía (k) = cuando $k = 4.5 = 0$

$$\text{Cuando } 2.5 < k < 4.5 = (4.5 - 2.5) / (k - 2.5)$$

$$\text{cuando } x \leq 2.5 = 1$$

Se conjunta ambas fórmulas en el modelo y se refiere si el potasio es menor de 2.5 es 1, si el potasio es mayor de 7 es uno, si el potasio es menor de 4.5 se utiliza la segunda formula, y si es mayor se utiliza la primera formula. Y si es 4.5 el grado de membresía es cero.

Se realizan algoritmos basados en la fórmula mencionada y se obtiene los siguientes resultados. Por lo tanto en el momento de capturar en las celdas grises, se esta calculando el grado de membresía del potasio en las celdas blancas.

potasio	4.90
Gm	0.16
apache	0.00

ANEXO II

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

No. Paciente
 Nombre del
 Paciente:
 Registro
 Edad
 Sexo

Registro diario de variables por paciente					
Fecha					
Diagnostico					
Apoyo Nutricional					
Vivos					
Glasgow					
Comorbilidad					
Frecuencia Cardiaca					
Frecuencia Respiratoria					
P(A-a)O ₂					
BUN					
Edad					
Bilirrubinas					
Dias de estancia					
Tam					
Hematocrito					
Albumina gr/l.					
Temperatura					
PaO ₂					
PaCO ₂					
PH Arterial					
Creatinina					
Gasto Urinario L/d.					
Leucocitos					
Sodio					
Glucosa					
Potasio					
FI02					
calorias					
simulación					

ANEXO III

Tabla 1

VARIABLE	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO
Edad	51.1 años	16 años	86 años
Días De Estancia	17.38 días	2 días	73 días
Glasgow	13 puntos	8 puntos	15 puntos
Apache	15.46	5 puntos	33 puntos
Albúmina	9.48g/l.	1.08 g/l.	30.2 g/l.
Calorías	1330 cal	232 cal	2038 cal

Tabla 2 Estatus

Estatus	Número de pacientes
vivo	41
muerto	19
total	60

Tabla 3 Género

Genero	estatus vivo	Estatus muerto	total
Masculino	19	22	31
Femenino	22	7	29

Tabla 4: Apoyo nutricio

Apoyo nutricio	Estatus vivo	Estatus muerto	Total
Nutrición enteral	35	17	52
Nutrición parenteral	6	2	8
total	41	9	60

Tabla 5. Diagnóstico

Diagnóstico del paciente	Número
Sangrado de tubo digestivo alto	2
Angina de Ludwing	1
Choque séptico	2
Coagulación intravascular diseminada	1
hepatitis	3
CUCI	2
Evento vascular cerebral	1
Fístula entero cutánea	1
Hemorragia pulmonar	1
Insuficiencia renal crónica	2
Leucemia	3
Lupus eritematoso sistémico	12
mediastinitis	1
Neumonía	12
Sepsis abdominal	5
neuroinfección	1
pancreatitis	2
Pos- trasplante renal	1
sepsis	3
sida	1
tuberculosis	2
traqueó bronquitis	1

Tabla 6

Población.

Datos a las 24 horas del ingreso a la UCI.

numero	GM totales	APACHE II	GM APACHE
1	.29	25	.31
2	.16	10	.23
3	.26	24	.41
4	.09	23	.15
5	.27	16	.20
6	.26	16	.27
7	.28	13	.35
8	.28	20	.25
9	.27	15	.27
10	.07	15	.13
11	.17	21	.18
12	.18	18	.25
13	.21	16	.28
14	.18	21	.30
15	.19	15	.28
16	.32	19	.39
17	.24	13	.29
18	.13	10	.21
19	.12	11	.13
20	.23	18	.30
21	.25	18	.31
22	.13	14	.22
23	.14	7	.15
24	.28	21	.42
25	.09	8	.17
26	.33	18	.33
27	.19	14	.28
28	.21	19	.39
29	.19	18	.30
30	.19	13	.27
31	.16	9	.22
32	.30	24	.40
33	.22	23	.28
34	.28	22	.36
35	.35	16	.33
36	.15	18	.17
37	.18	16	.25
38	.09	12	.15
39	.18	10	.17
40	.12	14	.19
41	.12	4	.13
42	.19	23	.23
43	.18	11	.20
44	.26	19	.23
45	.08	8	.18
46	.27	22	.33
47	.20	14	.23

48	.21	20	.25
49	.28	14	.36
50	.14	16	.18
51	.10	10	.14
52	.33	24	.33
53	.15	14	.19
54	.16	11	.23
55	.15	8	.21
56	.18	11	.19
57	.14	16	.18
58	.17	21	.28
59	.29	19	.33
60	.19	17	.31

* Grados de membresía total de acuerdo a los grados de membresía de las variables del APACHE II

Tabla 7
De Comprobación del Modelo (Población)

numero	GM totales	APACHE II	GM APACHE	Puntuación *
1	.29	25	.31	2
2	.16	10	.23	2
3	.26	24	.41	2
4	.09	23	.15	2
5	.27	16	.20	2
6	.26	16	.27	2
7	.28	13	.35	2
8	.28	20	.25	2
9	.27	15	.27	2
10	.07	15	.13	2
11	.17	21	.18	2
12	.18	18	.25	2
13	.21	16	.28	2
14	.18	21	.30	2
15	.19	15	.28	2
16	.32	19	.39	2
17	.24	13	.29	2
18	.13	10	.21	2
19	.12	11	.13	2
20	.23	18	.30	2
21	.25	18	.31	2
22	.13	14	.22	2
23	.14	7	.15	2
24	.28	21	.42	2
25	.09	8	.17	2
26	.33	18	.33	2
27	.19	14	.28	2
28	.21	19	.39	2
29	.19	18	.30	2
30	.19	13	.27	2

31	.16	9	.22	2
32	.30	24	.40	2
33	.22	23	.28	2
34	.28	22	.36	2
35	.35	16	.33	2
36	.15	18	.17	2
37	.18	16	.25	2
38	.09	12	.15	2
39	.18	10	.17	2
40	.12	14	.19	2
41	.12	4	.13	2
42	.19	23	.23	2
43	.18	11	.20	2
44	.26	19	.23	2
45	.08	8	.18	2
46	.27	22	.33	2
47	.20	14	.23	2
48	.21	20	.25	2
49	.28	14	.36	2
50	.14	16	.18	2
51	.10	10	.14	2
52	.33	24	.33	2
53	.15	14	.19	2
54	.16	11	.23	2
55	.15	8	.21	2
56	.18	11	.19	2
57	.14	16	.18	2
58	.17	21	.28	2
59	.29	19	.33	2
60	.19	17	.31	2

Promedio	0.20	15.92	0.77	2
----------	------	-------	------	---

* Puntuaciones igual 30 puntos de APACHE tiene un riesgo de 73 % de mortalidad.

0. GM total < 0.5 y GM APACHE < 0.5 y APACHE ≥ 30
1. GM total ≥ 0.5 ó GM APACHE ≥ 0.5 Y APACHE ≥ 30
2. GM total ≥ 0.5 y GM APACHE ≥ 0.5 Y APACHE ≥ 30
0. GM total > 0.5 y GM APACHE > 0.5 y APACHE ≤ 30
2. GM total ≤ 0.5 o GM APACHE ≤ 0.5 y APACHE ≤ 30
3. GM total ≤ 0.5 y GM APACHE ≤ 0.5 y APACHE ≤ 30

Tabla 8

De Comparación del modelo con el estatus

numero	GM totales	APACHE II	GM total de acuer- do al APACHE	ESTATUS	Puntuación**
1	.29	25	.31	Vivo	2
2	.16	10	.23	Vivo	2
3	.26	24	.41	Muerto	0
4	.09	23	.15	Vivo	2
5	.27	16	.20	Vivo	2
6	.26	16	.27	Muerto	0
7	.28	13	.35	Muerto	0
8	.23	20	.25	Vivo	2
9	.27	15	.27	vivo	2
10	.07	15	.13	Vivo	2
11	.17	21	.18	Vivo	2
12	.18	18	.25	Vivo	2
13	.21	16	.28	Vivo	2
14	.18	21	.30	Vivo	2
15	.19	15	.28	Vivo	2
16	.32	19	.39	Muerto	0
17	.24	13	.29	Vivo	2
18	.13	10	.21	Vivo	2
19	.12	11	.13	Muerto	0
20	.23	18	.30	Vivo	2
21	.25	18	.31	Muerto	0
22	.13	14	.22	Muerto	0
23	.14	7	.15	Vivo	2
24	.28	21	.42	Vivo	2
25	.09	8	.17	Vivo	2
26	.33	18	.33	Muerto	0
27	.19	14	.28	Vivo	2
28	.21	19	.39	Vivo	2
29	.19	18	.30	Vivo	2
30	.19	13	.27	Vivo	2
31	.16	9	.22	Vivo	2
32	.30	24	.40	Muerto	0
33	.22	23	.28	Muerto	0
34	.28	22	.36	Muerto	0
35	.35	16	.33	Muerto	0
36	.15	18	.17	Muerto	0
37	.18	16	.25	Muerto	0
38	.09	12	.15	Vivo	2
39	.18	10	.17	Vivo	2
40	.12	14	.19	Vivo	2

41	.12	4	.13	Vivo	2
42	.19	23	.23	muerto	0
43	.18	11	.20	Vivo	2
44	.26	19	.23	Vivo	2
45	.08	8	.18	Vivo	2
46	.27	22	.33	Vivo	2
47	.20	14	.23	Muerto	0
48	.21	20	.25	Vivo	2
49	.28	14	.36	Muerto	0
50	.14	16	.18	muerto	0
51	.10	10	.14	Vivo	2
52	.33	24	.33	Vivo	2
53	.15	14	.19	Vivo	2
54	.16	11	.23	Vivo	2
55	.15	8	.21	Vivo	2
56	.18	11	.19	Vivo	2
57	.14	16	.18	Vivo	2
58	.17	21	.28	Muerto	0
59	.29	19	.33	Vivo	2
60	.19	17	.31	vivo	2
Promedio	0.20	15.92	0.77		1.36

** Puntuación de estatus d acuerdo a nuestras condiciones.

3. GM total <0.5 y GM APACHE < 0.5 y ESTATUS MUERTO
1. GM total \geq 0.5 ó GM APACHE \geq 0.5 Y ESTATUS MUERTO
2. GM total \geq 0.5 y GM APACHE \geq 0.5 Y ESTATUS MUERTO
0. GM total >0.5 y GM APACHE > 0.5 y ESTATUS VIVO
4. GM total \leq 0.5 o GM APACHE \leq 0.5 y ESTATUS VIVO
5. GM total \leq 0.5 y GM APACHE \leq 0.5 y ESTATUS VIVO