

Identificación de Características para la Predicción de Vía Aérea Difícil mediante el Análisis de Testores

Aurora TORRES-SOTO

Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, Aguascalientes 20100, México

María D. TORRES-SOTO

Departamento de Sistemas de Información, Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, Aguascalientes 20100, México

María de la L. TORRES-SOTO

Departamento de Cirugía, Hospital Centenario Miguel Hidalgo
Aguascalientes, Aguascalientes 20230, México

Rocío A. LOPEZ-GARCIA

Departamento de Cirugía, Hospital Centenario Miguel Hidalgo
Aguascalientes, Aguascalientes 20230, México

y

Eunice PONCE-LEON

Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, Aguascalientes 20100, México

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de la implementación de un algoritmo que identifica los factores de riesgo de presentar Vía Aérea Difícil; una condición clínica crítica asociada a la anestesia, mediante el análisis de testores de los 186 pacientes de 16 años o más, atendidos en el H. Centenario Hospital Miguel Hidalgo de la Ciudad de Aguascalientes, México; de Enero a Noviembre de 2015.

La importancia de abordar este problema responde al hecho de que aun manejando todas las escalas predictivas de vía aérea difícil que existen actualmente, el médico anestesiólogo no puede predecir al 100% un problema en cuanto a su manejo.

El algoritmo desarrollado valora las características que constituyen las “escalas de predicción” más comunes, además de otras variables propuestas por el grupo de expertos médicos. Uno de los resultados más prominentes de esta investigación fue que las escalas de predicción de vía aérea difícil no se deben aplicar indistintamente a pacientes de ambos sexos, pues el género se combina con distintas variables para predecir la presencia o ausencia de esta condición médica.

Palabras Claves: Testor Típico, Peso Informacional, Vía Aérea Difícil, Selección de Subconjuntos de Características, Escalas de Predicción de Vía Aérea Difícil, Medicina.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es establecer el grupo de características que determinan si un paciente va a presentar vía aérea difícil, mediante el análisis lógico combinatorio de las variables propuestas en las conocidas como “escalas de predicción”.

La Sociedad Americana de Anestesiología (ASA), establece que vía aérea difícil (VAD) es la existencia de factores clínicos

que complican la ventilación administrada por una mascarilla facial o la intubación realizada por una persona experimentada.

Cabe aclarar que aunque la vía aérea difícil se refiere tanto a “ventilación difícil” como a “intubación difícil” [1], en este trabajo nos referimos exclusivamente al segundo caso.

La “intubación difícil” se refiere a la necesidad de tres o más intentos o la necesidad de más de 10 minutos para realizar la intubación de la tráquea [2]. El control y aseguramiento de la vía aérea es un procedimiento crítico cuando se trata de conservar la vida de ciertos pacientes; por ello es fundamental que quien efectúa la maniobra conozca las dificultades que pueden presentarse al momento de realizarla [3]. Aunque la incidencia de esta condición médica es aún incierta, se estima que se presenta entre el 1 y 3 % de los procedimientos de anestesia general [2].

La identificación de la VAD es tan relevante, porque cuando un paciente es inducido con relajantes musculares, queda imposibilitado para respirar de forma autónoma; esto implica que para que siga con vida, debe ser oxigenado artificialmente. Los mecanismos para hacer esto son la mascarilla facial o la intubación de la tráquea.

Una vez que un paciente ya no es capaz de auto-oxigenarse, el anestesiólogo es el responsable de realizar esta acción por él inmediatamente; así es que el contar con información que le permita tomar acciones de forma oportuna, se vuelve invaluable. De acuerdo a Salimi y colaboradores [4], hasta el 30% de los fallecimientos anestésicos puede ser atribuido a una vía aérea difícil.

A pesar de que existen múltiples trabajos reportados, cuyo propósito es la predicción de la vía aérea difícil, de los que se han generado diferentes “escalas de predicción”, independientemente de la calidad de la evaluación preoperatoria, del 15 al 30% de los casos no son detectados [5]. De acuerdo a Mendoza [6], es frecuente que las escalas predigan dificultad, cuando la intubación se realiza normalmente. Aunque también es común que las escalas no

predigan la presencia de problemas, cuando éstos si se presentan.

El mecanismo de selección de características que se utiliza en este trabajo es la identificación de los testores típicos. De acuerdo a Schucloper [7], un testor es un grupo de características capaz de distinguir objetos de diferentes clases. Este concepto es muy interesante, pues usa el poder de predicción de un grupo de variables actuando de manera conjunta.

Un testor se conoce como irreductible o típico, si al remover cualquiera de sus características, éste deja de ser testor [8].

Este documento está estructurado de la siguiente manera: en la siguiente sección se describe con más detalle el concepto de testor y el de testor típico, mientras que en la tercera sección se describe el marco de trabajo empleado. La cuarta sección presenta la discusión de los resultados obtenidos. Finalmente, en la quinta sección se discuten las conclusiones y el trabajo futuro.

2. TESTOR Y TESTOR TÍPICO

Un testor es un subconjunto de características que permite discriminar la clase a la que un objeto pertenece. Existen testores típicos, que son aquellos conjuntos que ya no pueden perder ninguna de sus características para conservar su condición de testor y testores (no típicos) o simplemente testores, que son aquellos conjuntos de características también con el poder de discriminación de los anteriores, pero que aún pueden ser reducidos.

El concepto de testor fue introducido por Yablonskii y Cheguis [9], quienes a mediados de los años cincuenta, lo emplearon para detectar fallas en circuitos combinatoriales. Sin embargo, su uso más frecuente en la actualidad es en clasificación y como técnica de selección de características [10]. Uno de los trabajos precursores de éste concepto como herramienta para selección de características es el de Dmitriev y colaboradores [11].

A continuación se establecen las definiciones relacionadas con el concepto de testor

Suponiendo que U es una colección de objetos, y esos objetos son descritos por un conjunto n de características; además de que los objetos se encuentran agrupados en k clases.

Definición 1. Matriz de Diferencias (MD).

Una vez que se ha decidido un criterio de comparación para cada característica, se realiza la comparación de cada una de ellas pertenecientes a un objeto contra las n características de los objetos de clases diferentes. El resultado de esta comparación, se conoce como la matriz de diferencias (MD).

La matriz de diferencias es una matriz binaria, pues se constituye únicamente de las diferencias encontradas de la comparación mencionada. Cuando no existen diferencias entre dos objetos de clases diferentes en cierta característica, se establece un cero lógico 0 en esa característica; cuando si existe diferencia, se establece un 1 en ella. En función de las diferencias que se encuentren en cada atributo, esta matriz puede tener un gran tamaño.

Definición 2. Matriz Básica (MB).

La matriz básica (MB) se define como el conjunto de datos obtenido de la eliminación de todas las filas no básicas de la

MD [12]. Normalmente esta matriz es considerablemente menor que la MD.

Definición 3. Fila Básica

Sean T , a y b respectivamente, un subconjunto de las n características que describen un objeto a partir de la MD y dos filas de esta matriz; diremos que a es subfila de b si $\forall i [b_i=0 \rightarrow a_i=0]$ y además $\exists i [b_i=1 \wedge a_i=0]$.

Si una fila de la MD tiene una subfila, entonces decimos que no es básica.

Definición 4. Testor

Se dice que T es un testor de la matriz de datos original (Matriz de aprendizaje), si no existen filas de ceros en la MB al eliminar de ésta todas las columnas que no pertenecen al conjunto T [12].

Definición 5. Testor Típico

El conjunto T , es un testor típico si al eliminar cualquiera de sus características, pierde su condición de testor.

El conjunto de todos los testores típicos de la MD es igual al conjunto de todos los testores típicos de la MB, por lo que una vez que se ha determinado la MB (normalmente menor que MD), ésta puede ser usada para discriminar testores de no testores [12].

El concepto de testor ha sufrido diferentes adaptaciones, sin embargo, en este trabajo se emplea el concepto clásico. Como se aprecia en esta sección, el cálculo de todos los testores típicos contenidos en una matriz de aprendizaje es un problema de tamaño considerable. Los algoritmos exhaustivos conocidos para su cálculo, tienen complejidad computacional de orden exponencial.

El lector interesado en la evolución que ha sufrido el concepto de testor puede consultar el trabajo de Cortés y colaboradores [13].

3. MARCO DE TRABAJO

La determinación de los factores predisponentes de VAD mediante el análisis de testores comprende los pasos que se muestran en la figura 1.

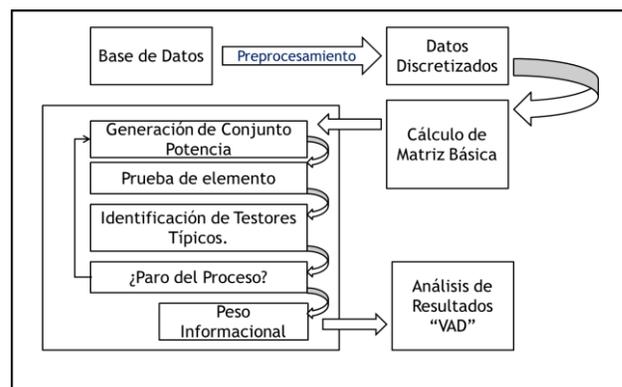


Fig. 1 Determinación de factores de VAD.

Las partes más relevantes que se bosquejan en la figura anterior se pueden resumir en 4 grandes pasos: el preprocesamiento, el cálculo de la matriz básica, la determinación del peso informacional (que implica el cálculo del 100% de los testores

típicos) y el análisis de resultados. A continuación se discuten estos pasos.

Preprocesamiento de la Base de Datos.

Consistió en la colección de las hojas de captura de datos, el análisis de los valores faltantes y datos fuera de rango, así como la discretización.

De un total de 187 casos, se conservaron 186 y de un total de 37 características se mantuvieron después del preprocesamiento solamente 21; entre las cuáles se encuentran; el género, ASA (que es una clasificación del estado físico del paciente), historial de vía aérea difícil, si se presentan obesidad, barda, edentación (ausencia de uno o más incisivos), si el paciente ronca, si presenta retrogenia, anteflexión, retroflexión, entre otras variables descriptivas del paciente. Los criterios de exclusión considerados fueron: pacientes menores de 16 años, pacientes obstétricas, pacientes con patologías o alteraciones que modificaban en forma evidente la anatomía de la vía aérea superior.

A pesar de que el análisis de testores no se limita al trabajo con variables discretas, el equipo de trabajo decidió discretizar todos los campos. Las escalas empleadas para establecer la similaridad o diferencia entre dos objetos según una variable, fueron establecidas de acuerdo a lo que dictó la literatura especializada y bajo la supervisión del personal médico. Esta fase es de vital importancia porque permite discretizar la matriz de aprendizaje en base a conocimiento relativo a la patología de estudio.

Cálculo de Matriz Básica.

Este paso, implica la construcción de la MD y la aplicación del concepto de fila básica.

Una vez que se puede establecer si un caso es igual o diferente que otro en base a una característica en particular, se asigna un valor binario en la posición de esa característica. “0” implica igualdad y el “1” diferencia. Estas cadenas se forman comparando objetos pertenecientes a clases distintas solamente. Con la MD construida, se procede a destruir las filas de la misma que sean superfluas, para esto, se considera el concepto de fila básica del que se habló en la sección anterior y las únicas filas que se conservan como pertenecientes a la Matriz Básica son las filas básicas o subfilas que existan en la matriz de diferencias.

Determinación del Peso Informacional de cada Variable.

El peso informacional de cada variable es una ponderación de su presencia en el conjunto de todos los testores típicos de una matriz de aprendizaje [14]. Si por ejemplo la variable x_1 tiene un peso informacional del 33.3%, significa que esta variable aparece en la tercera parte de los testores típicos.

Para establecer el peso informacional de cada variable, es necesario determinar primero el conjunto completo de testores típicos; lo que implica la prueba de todas las posibles combinaciones de variables en la matriz básica.

Suponiendo que la presencia de una variable en un grupo de características se codifica como 1 y su ausencia como 0, se genera el conjunto potencia y cada elemento de este conjunto es probado para establecer si se trata o no de un testor típico. Suponiendo que se tienen objetos descritos por 4 variables, la figura 2, representa al subconjunto x_3x_4 .

x_1	x_2	x_3	x_4
0	0	1	1

Fig. 2 Representación del subconjunto x_3x_4

Para obtener el listado final de testores típicos, es necesario someter a un proceso de reducción cada subconjunto de características que resultó ser testor (vea la definición 5). El listado de testores que ya son mínimos, es el conjunto de todos los testores típicos.

Suponiendo que se tenga la matriz básica de la figura 3, para un problema con cuatro características, el subconjunto mostrado en la figura 2 (x_3x_4), es testor porque al proyectar sus elementos en la MB (despreciando las características no presentes), no existe en ésta una fila de ceros. Además este subconjunto es testor típico, debido a que si se elimina cualquiera de sus características pierde su condición de testor (aparecen filas de ceros en la MB al proyectar la característica restante de la eliminación de x_3 o de x_4).

MB
Filas Básicas
1 1 1 0
0 0 0 1

Fig. 3 Ejemplo tomado de Santiesteban & Pons, 2003 [15]

Debido a que un testor es un conjunto de características no necesariamente mínimo, que permiten conocer la clase a la que pertenece un objeto en particular, el proceso de reducción que se le aplica, debe analizar todas y cada una de las características que aparecen en él. Si es factible quitar cualquiera de sus variables sin que pierda su condición de testor, entonces no es un testor típico.

Por ejemplo, tomando en consideración la MB de la figura 3, el subconjunto de variables $x_1x_3x_4$, podría perder la característica x_1 o la característica x_3 (aunque no ambas) sin perder su condición de testor; por lo que no es un testor típico.

Análisis de Resultados VAD.

Una vez que se ha establecido el peso informacional de cada variable a partir de su grado de aparición en los testores típicos, se procedió al análisis e interpretación de estos resultados.

Esta etapa fue realizada a partir de la información de la base de datos y por parte de los profesionales de la salud que colaboraron en este trabajo.

4. RESULTADOS

El grupo de datos empleados corresponde a los pacientes atendidos en el H. Centenario Hospital Miguel Hidalgo del Estado de Aguascalientes, México; de enero a noviembre de 2015.

La matriz de datos antes de su preprocesamiento se constituía de 37 variables (incluyendo la clase). El instrumento de recolección de datos fue diseñado por personal médico especializado con la intención de evaluar el desempeño de diferentes escalas de predicción de vía aérea difícil y de proponer mejoras o sugerencias a éstas.

Una vez que se realizó el primer preprocesamiento de la base de datos se identificaron 3 grupos de variables: Variables para la predicción de ventilación difícil (5), variables para la predicción de VAD (11) y otras variables (5).

Las escalas de medición incluidas (también conocidas como escalas de predicción de VAD) son:

1. Mallampati. Es una escala que valora la visualización de las estructuras anatómicas faríngeas con el paciente en posición sentada y la boca

- completamente abierta. Esta escala clasifica al individuo en una de cuatro clases:
- 1.- Clase I = El paladar blando, fauces, úvula y pilares visibles.
 - 2.- Clase II = El paladar blando, las fauces y la base de la úvula visible.
 - 3.- Clase III = El paladar blando visible
 - 4.- Clase IV = el paladar duro accesibles solamente.
2. Patil Aldreti. Esta escala valora la distancia que existe entre el cartílago tiroideos y el borde inferior del mentón en posición sentada, cabeza extendida y boca cerrada:
- 1.- Clase I: > 6.5 cm (laringoscopia e intubación endotraqueal sin dificultad)
 - 2.- Clase II: 6 a 6.5 cm (laringoscopia e intubación con cierto grado de dificultad)
 - 3.- Clase III: < 6 cm (laringoscopia e intubación muy difíciles)
3. Distancia esternomentoniana. Valora la distancia en línea recta que va del borde superior del manubrio esternal a la punta del mentón con la cabeza en completa extensión y boca cerrada. Cuenta con 4 categorías:
- 1.- Clase I: > 13 cm
 - 2.- Clase II: 12 a 13 cm
 - 3.- Clase III: 11 a 12 cm
 - 4.- Clase IV: < 11 cm.
4. Subluxación mandibular (protrusión mandibular). Esta escala clasifica a los pacientes en 3 escalas que describen la posición de los incisivos inferiores con respecto a los incisivos superiores:
- 1.- > 0 Los incisivos inferiores se pueden colocar por delante de los superiores.
 - 2.- = 0 Los incisivos inferiores como máximo se quedan a la altura de los superiores.
 - 3.- < 0 Los incisivos inferiores quedan por detrás de los superiores.
5. Rango de movimiento de cabeza y cuello. Que tiene 3 escalas y se mide en grados:
- 1.- >100°: El dedo índice colocado en el mentón se eleva más que el de la prominencia occipital.
 - 2.- ± 90°: Los dos dedos índices quedan situados en el mismo plano.
 - 3.- < 80°: El dedo índice del mentón queda por debajo del de la protuberancia occipital.
6. Distancia interdental. Clasifica al paciente en una de 1 de 4 grupos:
- 1: Clase I: >3 cm
 - 2: Clase II: 2.6.- 3 cm
 - 3: Clase III: 2.0.- 2.5 cm
 - 4: Clase IV: <2.0 cm.
7. Retrogenia. Se traza una línea vertical desde el párpado superior hasta el maxilar. Cuenta con 2 escalas.
- Sí - La barbilla queda detrás de la línea.
No - La barbilla queda enfrente de la línea.
8. Anteflexión. Establece el grado de máxima flexión de la cabeza (hacia adelante). Cuenta con 2 escalas:
- 1.- < 35 grados
 - 2.- > o = 35 grados.

9. Retroflexión. Establece el grado de máxima extensión de la cabeza (hacia atrás). Tiene 2 valores posibles:
 - 1.- < 35 grados
 - 2.- > o = 35 grados.
10. Circunferencia del cuello. Tiene 2 escalas:
 - 1.- Clase I: < 40 cm
 - 2.- Clase II: > 40 cm
11. Longitud mandibular. Tiene 3 escalas:
 - 1.- Clase I: < 8 cm
 - 2.- Clase II: 8-9 cm
 - 3.- Clase III: 9.1-12 cm

Del procesamiento de testores descrito en la sección 3, se obtuvieron un total de 656499 testores típicos. La tabla 1, presenta el peso informacional de las variables. Este valor refleja el número de veces que una variable aparece en un testor típico; por lo que puede ser usado con una medida de la representatividad de cada variable.

Tabla 1. Peso Informacional de cada variable

No	Variable	Peso informacional
1	Sexo	100.00%
2	ASA	54.75%
3	Distancia esterno mentoniana	53.60%
4	Subluxación mandibular	53.49%
5	Tiene 55 años o más	53.31%
6	Longitud mandibular	52.80%
7	Ausencia de uno o más incisivos	52.50%
8	Mallampati	52.17%
9	Distancia interdental	52.09%
10	Patologías asociadas a intubación difícil.	52.05%
11	Circunferencia del cuello	51.78%
12	Obesidad	51.47%
13	Retrogenia	51.04%
14	Presencia de barba	50.96%
15	Historia positiva de vía aérea difícil	50.40%
16	Anteflexión	48.00%
17	Retroflexion	47.32%
18	Rango de movimiento de cabeza y cuello.	46.27%
19	Saos: Síndrome de apnea obstructiva del sueño (ronca).	45.74%
20	IMC: Índice de masa corporal	42.33%
21	Patil Aldreti	34.39%

De acuerdo a la tabla anterior, la variable "Retrogenia", apareció en el 51.04% de los subgrupos de características que eran capaces de establecer la clase a la que pertenece un paciente con respecto a la presencia o no de VAD; mientras que el sexo apareció en el 100% de los subgrupos de características con la capacidad de discriminar la clase del paciente. La siguiente tabla muestra la forma como se constituyeron los testores de acuerdo al número de variables que los constituyó; pues de acuerdo a la definición de este concepto (sección 2); es factible que se encuentren conjuntos de características de diferentes tamaños.

Tabla 2. Distribución de testores típicos a partir de su tamaño

No. variables	No. de testores	Porcentaje
4	3	0.00%
5	173	0.03%
6	2668	0.41%
7	14949	2.28%
8	44942	6.85%
9	87607	13.35%
10	123217	18.77%
11	132486	20.18%
12	111955	17.05%
13	75100	11.44%
14	39925	6.08%
15	16631	2.53%
16	5311	0.81%
17	1254	0.19%
18	206	0.03%
19	21	0.00%
20	1	0.00%
Total	656449	100.00%

De la tabla 2, se puede verificar que 3 de los 656449 testores, fueron grupos de 4 variables.

En todos ellos aparecieron como variables conjuntas de clasificación: el sexo del paciente y la escala Patil Aldreti. La característica de roncar y el rango de movimiento de cabeza y cuello aparecieron actuando de forma conjunta en uno de estos tres testores; el IMC y la retroflexión máxima aparecieron en otro y en el último el IMC y la anteflexión máxima.

Para el caso de grupos de 5 variables con la capacidad de discriminar la clase a la que pertenece el paciente (VAD o no VAD), se encontraron 173 grupos distintos. Cabe mencionar que estos grupos pueden presentar variables repetidas; pero son diferentes en al menos una variable a los demás. Por la información arrojada por la tabla 1, es sabido que el sexo efectivamente aparece en los 656449 grupos diferentes encontrados; sin embargo esta variable por sí sola, no tiene la capacidad de discriminar si un paciente presentará o no VAD.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El peso informacional de las variables, proporciona la importancia relativa que una variable tiene en combinación con las demás que participan en el mismo testor típico para predecir la clase a la que pertenece un sujeto u objeto de estudio.

Como se puede ver en la tabla 1, el género del paciente tiene un peso informacional del 100%, lo que indica que no podemos dejar el género de lado cuando pretendemos pronosticar vía aérea difícil. Naturalmente, el hecho de que aparezca en todos los testores típicos no implica que por sí mismo, el sexo sea determinante de la clase a la que pertenece el paciente, sino que en combinación con otras variables construye un predictor eficiente.

El algoritmo de testores, apoyado con el análisis de los médicos especialistas proporcionó un mecanismo que permitió proponer un nuevo panorama acerca de las escalas de predicción de vía aérea difícil para evitar situaciones de alto riesgo en procedimientos quirúrgicos necesarios.

Según los resultados obtenidos, la incidencia de ventilación difícil en el Hospital Centenario Miguel Hidalgo es de 11%; dato que corresponde a la incidencia exacta de un estudio previamente realizado en el año 2013 en este mismo hospital.

La aportación más importante de esta investigación, es que las escalas de predicción de vía aérea difícil no deben aplicarse a

ambos géneros indistintamente; el hecho de que el sexo apareciera con un peso informacional del 100%, confirma la hipótesis de que existen características específicas de cada sexo que determinarán la presencia o no de vía aérea difícil. Probablemente, el hecho de que todas las escalas publicadas hasta hoy hayan sido diseñadas para predecir la vía aérea difícil sin considerar diferencias según el género del paciente, sea la razón de su bajo porcentaje de aciertos.

Otro estudio [16], concluyó que los criterios para intubación difícil correspondían al sexo masculino, con un Mallampati > 3, distancia tiromentoneana y distancia interdental disminuidas. Conclusión que para el caso de los varones, tiene coincidencias con los resultados de este estudio, sin embargo, no solamente los caballeros son susceptibles a presentar esta complicación.

Para el género femenino nuestro estudio establece que los factores determinantes de vía aérea difícil son: que la paciente tenga una edad mayor de 55 años, presente obesidad, que ronque al dormir, posea una circunferencia de cuello mayor de 40 cm y presente una extensión menor de 35 grados. Criterios que solo corresponden al 60% de las escalas de Wilson, Lemon o Gauzori; pero que presentan validez en otros estudios.

Para el género masculino, nuestro estudio encontró que los pacientes que usan barba, que roncan al dormir, cuya circunferencia de cuello es mayor a 40 cm (como la variable con mayor frecuencia) asociado a Mallampati > 3; son aquellos que comúnmente presentan esta complicación. Esto es muy interesante, pues ya existe un estudio publicado por Khetepal (2006) que menciona estas características para una mayor incidencia de vía aérea difícil.

En resumen, las características funcionales y anatómicas que representaron los factores de riesgo más importantes para predecir una vía aérea difícil. Para el sexo femenino fueron la edad > 55 años, la obesidad, y roncar, mientras que para los hombres el roncar y el tener barba.

Actualmente los resultados de esta investigación están siendo valorados por el grupo de anestesiología del Hospital Miguel Hidalgo con el objetivo de proponer una nueva escala de predicción de vía aérea difícil.

El uso de testores típicos como recurso para la selección de características es bien conocido; sin embargo una de sus potencialidades es que no se deben cumplir supuestos en los datos. Este análisis ha mostrado confiabilidad independientemente del tipo de distribución que sigan los datos o del número de casos de que disponga para el análisis.

Por otro lado, como trabajo futuro, se está analizando la posibilidad de calcular el peso informacional de las variables considerando los testores típicos de longitud más corta. Para el caso descrito en este trabajo, por ejemplo, sería factible usar la información que arrojan los testores de 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 variables.

6. REFERENCIAS

- [1] T. M. Cook, N. Woodall, and C. Frerk, "† Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: Anaesthesia †," *British Journal of Anaesthesia*, vol. 106, no. 5, pp. 617-631, 2011.
- [2] A. D. Paix, J. A. Williamson, and W. B. Runciman, "Crisis management during anaesthesia: difficult intubation," *Quality & safety in health care*, vol. 14, no. 3, p. e5, 2005.
- [3] R. A. López García, "Evaluación de características anatómicas y fisiológicas como complemento de las escalas predictivas de vía aérea en la anticipación de vía aérea

- difícil en pacientes del Hospital Miguel Hidalgo en el periodo enero-noviembre del 2015," Tesis (Especialidad en anestesiología)--Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias de la Salud, Aguascalientes, Ags., Méx., 2016.
- [4] A. Salimi, B. Farzanegan, A. Rastegarpour, and A.-A. Kolahi, "Comparison of the Upper Lip Bite Test with Measurement of Thyromental Distance for Prediction of Difficult Intubations," *Acta Anaesthesiologica Taiwanica*, vol. 46, no. 2, pp. 61-65, 2008.
- [5] Y. Galván-Talamantes and I. Espinoza de los Monteros Estrada, "Manejo de Vía Aérea Difícil," vol. 36, ed: Revista Mexicana de Anestesiología, 2013, pp. S312-S315.
- [6] M. Mendoza González, "Análisis de la eficiencia de las escalas de predicción de vía aérea al momento de la intubación orotraqueal en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo," Tesis (especialidad en anestesiología)--Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias de la Salud, Aguascalientes, Ags., Méx., 2014.
- [7] J. R. Shulcloper, A. A. Guzmán, and T. F. Martínez, "Enfoque Lógico Combinatorio al Reconocimiento de Patrones. Selección de Variables y Clasificación Supervisada. Avance en Reconocimiento de Patrones.," ed: IPN, 1999.
- [8] C. E. Alba, R. Santana, R. A. Ochoa, and C. M. Lazo, "Finding Typical Testors By Using an Evolutionary Strategy," ed. Lisbon, Portugal: In *Proceedings of the Fifth Ibero American Symposium on Pattern Recognition*, 2000, pp. 267-278.
- [9] S. V. Yablonskii and I. A. Chegis, "On tests for electric circuits" vol. 10, ed: *Uspekhi Mat. Nauk* 1955, pp. 182-184.
- [10] M. S. Lazo-Cortés, J. F. Martínez-Trinidad, J. A. Carrasco-Ochoa, and G. Sanchez-Diaz, "On the relation between rough set reducts and typical testors," *Information Sciences*, vol. 294, pp. 152-163, 2015.
- [11] A. N. Dmitriev, Y. I. Zhuravlev, and F. O. Krendeleiev, "On the mathematical principles of patterns and phenomena classification," ed. Novosibirsk, Russia: *Diskretnyi Analiz*, 1966, pp. 3-15.
- [12] M. Lazo-Cortes and J. Ruiz-Shulcloper, "Determining the feature relevance for non- classically described objects and a new algorithm to compute typical fuzzy testors," *Pattern Recognition Letters*, vol. 16, no. 12, pp. 1259-1265, 1995.
- [13] M. Lazo-Cortes, J. Ruiz-Shulcloper, and E. Alba-Cabrera, "An overview of the evolution of the concept of testor," vol. 34, no. 4, pp. 753-762, 2001.
- [14] M. D. Torres, A. Torres, T. M. d. l. Luz, B. Leticia, and E. Ponce de León, "Factores Predisponentes en Relajación Residual Neuromuscular," vol. 93, ed: Research in Computing Science, 2015, pp. 163-174.
- [15] Y. Santiesteban Alganza and A. Pons Porrata, "Lex: Un nuevo algoritmo para el calculo de los testores típicos," *Ciencias Matemáticas*, vol. 21, no. 1, 2003.
- [16] E. Fernando Márquez, G. José Julio Ojeda, P. Bárbara Lucia Cabezas, and P. Magda Robaina, "Intervention Protocol to Address the Difficult Airway. An Alternative for the Anesthesiologist's Performance Protocolo de intervención para abordar la vía aérea difícil: alternativa en el modo de actuación del anesestesiólogo," *MediSur*, vol. 10, no. 1, pp. 4-16, 2012.