

# Análisis físico y modelo matemático de la vía aérea

Aplicación clínica y posible impacto sobre intubación traqueal

## Physical analysis and mathematical model of the airway

Clinical application and possible impact on tracheal intubation

Efraín Riveros, Fred Manrique-Abril, Juan Manuel Ospina  
• Tunja (Colombia)

### Resumen

**Objetivo:** proponer un modelo matemático de la vía aérea, estructurado a través del análisis de validación y reproducibilidad por medio de mediciones clínicas, en una muestra de individuos clasificados como vía aérea fácil, con el fin de estandarizar el método.

**Material y métodos:** el modelo que se propone se estructura a partir de las relaciones anatómicas entre los componentes óseos de la vía aérea y la ubicación de la lengua, antes y durante la realización del procedimiento de laringoscopia directa en pacientes adultos. Se diseñó un modelo matemático bidimensional de la vía aérea, y se estimaron las probabilidades de aplicación clínica. Con base en los postulados formulados en trabajos anteriores, se propone un método de estimación del número F que podría determinar el valor cuantitativo del volumen de la lengua, de manera independiente de las dimensiones corporales del paciente.

**Resultados:** se demostró un comportamiento consistente del número F derivado de mediciones clínicas en individuos con vía aérea fácil.

**Conclusiones:** el modelo matemático registró una concordancia aceptable, cuando se le compara con la evaluación clínica tradicional y demostró ser confiable para confirmar el concepto de vía aérea difícil, aunque pobre para descartarla. (*Acta Med Colomb* 2012; 37: 21-26)

**Palabras clave:** *vía aérea difícil, entubación endotraqueal, catéter articulado orotraqueal, modelo matemático.*

### Summary

**Objective:** to propose a mathematical model of the airway, designed through validation and reliability analysis by clinical measurement in a sample of patients classified as easy airway, for to standardize the method.

**Material and methods:** the proposed model is structured from anatomic relationships between osseous components of the airway and tongue's location, before and during the direct laryngoscope procedure in adult patients. Based on previous information, we designed a two-dimensional mathematical model of the airway and there were estimated probabilities of clinical use. Based on previous postulates, we proposed a method to estimate the F number.

**Results:** we demonstrated a consistent behavior of the F statistic, derived from clinical measurements on individuals classified as easy airway also were evaluated hypotheses about its possible application in hard intubation processes.

**Conclusions:** mathematical model showed an acceptable concordance, when it was compared with the traditional clinical assessment and it demonstrated be reliable to confirm the concept of difficult airway, although poor to rule out it. (*Acta Med Colomb* 2012; 37: 21-26)

**Key words:** *difficult airway, tracheal intubation, intubation intratracheal, oral-tracheal articulated catheter, mathematical model.*

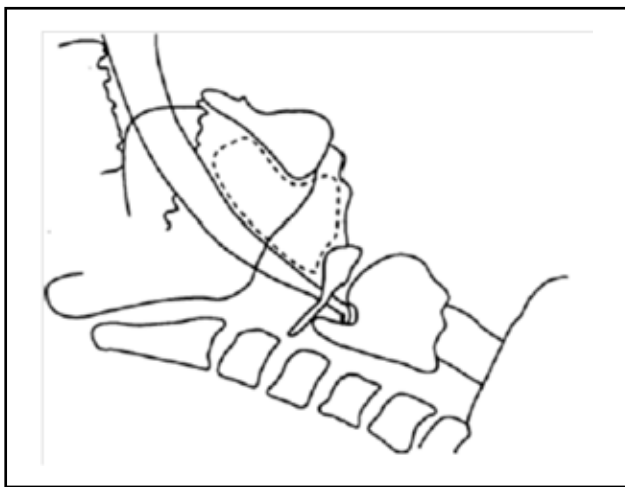
Dr. Efraín Riveros Pérez: Especialista en Anestesia y Reanimación, Especialista en Cuidado intensivo. MSc. Ingeniería. Profesor Asociado. Investigador Grupo Oxigenar. Universidad de Boyacá; Dr. Fred Manrique-Abril: RN. PhD Salud Pública. PhD(c) Investigación Clínica. Profesor Asociado UPTC- Titular Universidad Nacional de Colombia. Investigador Grupo HYGEA, Universidad de Boyacá; Dr. Juan Manuel Ospina Díaz: Especialista en Administración MSc. Epidemiología. Profesor Titular UPTC. Investigador Grupo Oxigenar. Universidad de Boyacá. Tunja (Colombia). Correspondencia. Dr. Fred Manrique-Abril, Tunja (Colombia).  
E-mail: fgm975@hotmail.com, fgmanriqueq@unal.edu.co  
Recibido: 23/VI/2011 Aceptado: 26/II/2012

## Introducción

La vía aérea difícil y la intubación traqueal difícil, constituyen un reto para los clínicos en servicios críticos como salas de cirugía, urgencias y unidades de cuidado intensivo (UCI). Schwartz (1) reportó complicaciones mayores en un grupo significativo de pacientes de cuidado intensivo; se cuentan intubaciones difíciles (8%), intubaciones esofágicas (8%) y broncoaspiración (4%), con mortalidad asociada de 3%. Este panorama de complicaciones lleva a la necesidad de abordar procesos de investigación y análisis que permitan estudiar en profundidad los factores que influyen en una intubación traqueal exitosa, los aspectos importantes por analizar en principio incluyen los relacionados con el paciente (factores anatómicos), con los operarios (personal en entrenamiento y médicos de áreas críticas) y con la tecnología (dispositivos y técnicas).

Últimamente, los investigadores han enfatizado en el desarrollo de mediciones clínicas que llevadas a modelos matemáticos permitan predecir la probabilidad de una intubación difícil, en consideración a que la dificultad de visualización de las estructuras laríngeas mediante laringoscopia directa, al parecer se asocia con ciertos hallazgos estructurales (2). Algunos trabajos se han centrado en la evaluación de aspectos relacionados con la anatomía de la vía aérea, los cuales nos han ilustrado sobre aspectos como el “ángulo de intubación fácil” descrito por Horton et al (3), y han permitido la validación de mediciones clínicas como la distancia mentohioidea. Los trabajos de Charters (4), Bellhouse y Doré (5) nos han mostrado como eje central de la dificultad en la intubación, el volumen del espacio submandibular, el cual aloja la lengua. El presente trabajo se propuso analizar los aspectos anatómicos de la vía aérea, a través de un modelo matemático enfocado en las relaciones del espacio submandibular.

En la laringoscopia con hoja curva, lamasa lingual no compresible, debe ser desplazada empujándola por medio



**Figura 1.** Relación entre la hoja curva de laringoscopia y la lengua en situación de intubación difícil. Nótese el volumen de la lengua que obstruye la visualización de la glotis.

de presión, con el mango del laringoscopio (Figura 1). En los eventos en los que el espacio submandibular es muy reducido con relación al volumen de la lengua, la hoja del laringoscopio, al localizarse en la vallécula, podría empujar parte de la lengua hacia el espacio glosopiglótico ejerciendo efecto de “cuña”, que aumentaría la incapacidad del operador para poder visualizar la glotis.

Los criterios que influyen en la toma de decisiones, para realizar intubaciones exitosas dependen del tamaño de la lengua en relación con el volumen total de la cavidad oral, tamaño del espacio mandibular, movilidad del cuello y probabilidad consecuente de proceder bajo condiciones de visión directa (6).

El área disponible para acomodar ese volumen incompresible de la lengua se puede expresar como una expresión matemática (7). El valor F normaliza el volumen incompresible, para hacerlo una magnitud independiente de la talla del paciente, y es definido por la siguiente expresión:

$$F = 100 * XT/IT * XS/JS * \text{Sen } \beta \text{ (Figura 2).}$$

Los puntos geométricos importantes para el desarrollo de la ecuación son:

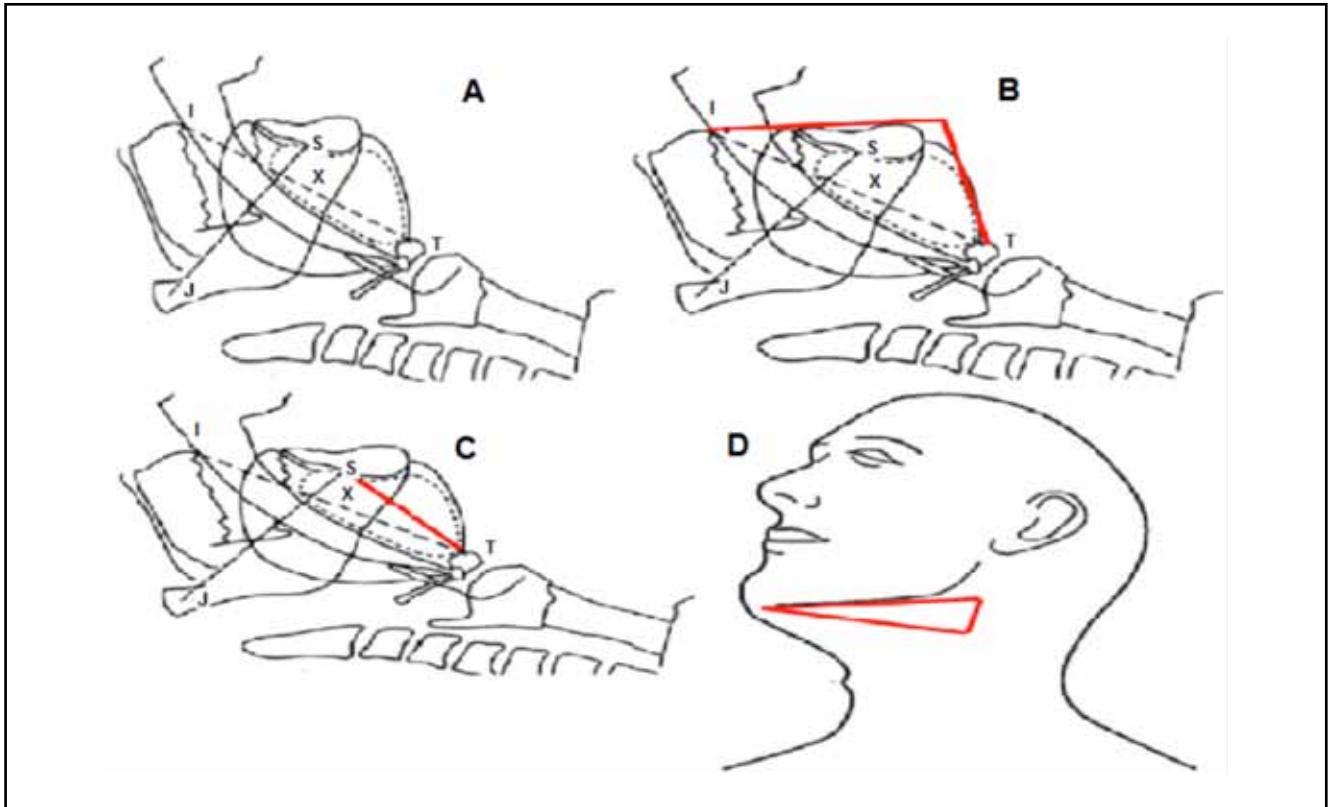
- I: borde de dientes incisivos superiores.
- J: punto medio entre los cóndilos mandibulares.
- S: punto medio de la sínfisis mandibular.
- T: un punto en la línea de la vía aérea anterior (línea imaginaria que pasa por la glotis), donde hace intersección con el hioides.
- $\beta$ : ángulo SXT, representado en la Figura 2 C.

Valores clave de la ecuación son los segmentos XS y XT, que determinan el ángulo beta ( $\beta$ ). IT y JS normalizan para las dimensiones del paciente. El ángulo  $\beta$  determina el movimiento de la mandíbula. Cuando se hacen mediciones radiológicas de las distancias de la ecuación, se han hallado los siguientes valores en voluntarios sanos con vía aérea fácil:  $XT/IT=0.678\pm 0.024$ ,  $XS/JS=0.223\pm 0.027$ ,  $\beta=91.6^\circ\pm 5.34$  (8, 9).

Experiencias no publicadas de Charters et al plantean que un valor de  $F < 15$  se asocia con intubación difícil y cuando se aproxima a 0, se hace virtualmente imposible utilizando hoja de laringoscopio curva. El objetivo de este estudio es correlacionar, mediante un modelo matemático, las mediciones clínicas usadas en la actualidad y sugerir recomendaciones sobre posibles alternativas de manejo de vía aérea difícil.

## Material y métodos

Previa valoración y consentimiento informado, fueron incluidos 68 sujetos, que aceptaron voluntariamente participar en el estudio, considerados aparentemente normales, a cada uno de ellos se les realizaron mediciones antropométricas con goniómetro, y de forma paralela fueron valorados



**Figura 2.** Antropometría para la estimación del valor F. **A:** Posición normal de la lengua (volumen incompresible) y los puntos I, S, J, T y X usados para el análisis. El volumen incompresible de la lengua es la línea punteada anterior a la hoja de laringoscopio. **B:** Triángulo TIP que sirve para calcular dimensión de la línea IT necesaria para calcular el número F. **C:** Triángulo SXT que sirve para calcular dimensión de la línea XS necesaria para calcular el valor F. **D:** Triángulo OSJ que sirve para calcular dimensión de la línea JS necesaria para calcular el número F.

bajo criterios de enmascaramiento, por un anesthesiólogo, quien utilizando parámetros rutinarios clasificó a los participantes como vía aérea fácil o difícil.

Las mediciones antropométricas y los cálculos de estimación en el modelo propuesto se realizaron asumiendo que las líneas JS e IT forman los ejes X e Y en un plano cartesiano con origen en X y el ángulo  $\beta$  de  $90^\circ$ . A pesar de que se puede evidenciar cierto nivel de desfase, de aproximadamente  $30^\circ$  entre las dos líneas, se tuvo como consideración teórica que el error de medición se distribuye aleatoriamente, para efectos de facilitar las aproximaciones clínicas.

Dado que en la práctica no es posible hacer proyecciones radiográficas con el fin de trazar las líneas JS e IT, se decidió hacer una aproximación clínica a través de la demarcación de tres triángulos que permitan despejar las líneas descritas en el modelo radiológico (Figuras 2B, 2C, 2D): para la línea JS, se traza un triángulo cuyos lados conocidos son dos líneas que se proyectan anteriormente desde los cóndilos mandibulares y se intersectan delante de la sínfisis mandibular (sucedáneo de punto S para nosotros). Aplicando la ley trigonométrica de cosenos, ( $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$ ), dado que era conocida la magnitud de dos lados del triángulo y el ángulo adyacente entre las líneas que trazamos, podemos despejar la magnitud del lado restante, el cual equivale a la línea JS.

Para el caso de la línea IT, con la ayuda de un goniómetro, con el paciente haciendo apertura oral de 4 cm no forzada, trazamos una línea que parte de los dientes incisivos superiores y sigue la dirección del maxilar inferior (primer lado de un triángulo), la cual se hace intersección con la línea que trazamos desde el punto medio del maxilar inferior hasta el hueso hioides (línea que intersecta la anterior y forma el segundo lado del triángulo). De nuevo, conociendo dos lados del triángulo y el ángulo opuesto, podemos despejar el lado restante (línea IT). Hay que tener en cuenta que trazando una línea paralela al piso de la boca, anterior al hueso hioides, se hace una aproximación a la línea XS, mientras que si se traza la línea externa entre el punto S clínico y el hueso hioides, y dado que el ángulo SXT se aproxima a  $90^\circ$ , se procede a aplicar el teorema de Pitágoras ( $a^2 = b^2 + c^2$ ) para despejar la línea XT. Por medio de los valores numéricos de longitud de dichas líneas y asumiendo valor de ángulo  $\beta$  de  $90^\circ$  (9), se hallaron los valores F para una población de 68 individuos.

Las variables consideradas en la medición rutinaria fueron: extensión de cuello (normal o limitada), distancia mentohioidea en centímetros, distancia mentotiroides en centímetros, grado en relación lengua-faringe (Mallampati I-IV), estado de la dentadura (normal, edéntulo, diente cen-

tinela, apiñamiento dental), posición mandibular (normal, retrognatía, prognatismo).

En el análisis estadístico, asumiendo un valor alfa ( $\alpha$ ) crítico de 0.05 se realizaron pruebas de hipótesis de comparaciones de medias y de porcentajes, mediante las pruebas de ANOVA y *t* de Student en el caso de los promedios y determinación del estadístico *z*, para distribuciones normales en el caso de los porcentajes.

Además de las pruebas convencionales de eficiencia diagnóstica (sensibilidad, especificidad, valores predictivos), se estimó el índice de Youden (10), que mide diferencias entre las proporciones de verdaderos positivos y falsos positivos. Cuanto más cercano a 1, más sólido es el test en evaluación. La razón de verosimilitud (RV) positiva o negativa (11), estima el probable número de veces que la prueba sea positiva, en comparación con los resultados negativos, un concepto, en cierta medida similar al de razón de prevalencias de utilización rutinaria en epidemiología. Cuando fue pertinente, las correspondientes pruebas de hipótesis se adelantaron mediante la determinación de  $\chi^2$  ( $\chi^2$ ).

## Resultados

Los 68 participantes del estudio registraron características similares por edad y sexo sin que se establecieran diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.17$ ), tal como se muestra en la Tabla 1.

La clasificación de dificultad para la intubación, evaluada por anesthesiólogo, fue muy similar por sexos, sólo se observó diferencia estadísticamente significativa en la distancia tiro-hioidea ( $P = 0.04$ ), como se observa en la Tabla 1. De otra parte, el valor F calculado no presentó diferencias por sexo, aunque es relativamente menor en las mujeres (Tabla 2). La concordancia entre la valoración del anesthesiólogo y la medición es de 0.496 (IC 95% 0.2-0.78), estadísticamente significativa con  $p < 0.01$ , tal como se registra en la Tabla 3.

Con respecto a las características operativas del modelo matemático resumidas en el número F, se estructuró una tabla 2 x 2 (Tabla 4), para determinar sensibilidad, especificidad, valores predictivos, índice de validez o tasa de concordancia y razones de verosimilitud positiva y negativa (*Likelihood ratios*). La sensibilidad encontrada fue de 41% (IC 95%: 32-46), la especificidad fue de 98.2% (IC 95%: 97.3-99.1), el valor predictivo positivo fue de 83.3% (IC 95% 74.8-91.8), el valor predictivo negativo fue de 88.7 (IC 95%: 87.8-89.5); se encontró concordancia en 88.23% de los diagnósticos. La razón de verosimilitud positiva fue de 23.33 (IC 95%: 23.04-23.63) y la negativa fue de 0.59 (IC 95%: 0.59-0.6). El índice de Youden estimó para evaluar la eficiencia de la prueba, dado que resultaba de interés dimensionarlo de manera independiente de la prevalencia. El valor estimado fue 0.4, guarismo que se considera aceptable.

Tabla 1. Promedio de mediciones utilizadas rutinariamente en valoración anestésica.

Variables	Mujeres (n=39)		Hombres (n=29)		Total (n=)		P
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	ANOVA
Distancia mentohioidea	6.05	1.36	6.62	1.93	6.29	1.64	0.16
Distancia tirohioidea	4.68 1.87	1.38 0.89	5.57 1.83	2.09 0.84	5.06 1.85	1.76 0.87	0.04 0.84
Edad	22.56	6.58	26.79	15.27	24.36	11.25	0.17
DE: desviación estándar.							

Tabla 2. Evaluación de las principales características para intubación adelantadas por anesthesiólogo. Se estratifican por género de los participantes.

Variable	Categoría	Sexo				P
		Mujeres		Hombres		
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Chi <sup>2</sup>
Movilidad del cuello	Limitada	1	2.56	1	3.45	0.83
	Normal	38	97.4	28	96.5	
Dentadura	Apiñamiento	1	2.56	0	0	0.18
	Edéntulo	0	0	2	6.90	
	Normal	38	97.4	27	93.1	
Mandíbula	Micrognatía	2	5.13	2	6.90	0.66
	Normal	36	92.3	27	93.1	
	Prognatía	1	2.56	0	0	
Dificultad Intub.	Difícil	7	17.9	5	17.2	0.94
	Fácil	32	82.0	24	82.7	

**Tabla 3.** Medias y desviaciones estándar (DE) de las valoraciones antropométricas señaladas en la Figura 1 y ángulos estimados. Se estratifica por sexo.

Variable	Mujeres		Hombres		Total		p ANOVA
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
LADO1: IT	7.34	1.12	8.50	1.31	7.84	1.33	0.00
LADO2: IT	7.18	13.33	5.56	1.53	6.49	10.12	0.52
ANGULO: IT	84.41	17.78	77.59	26.51	81.50	22.01	0.21
LINEAIT	9.67	12.71	8.10	3.36	9.00	9.85	0.52
LADO1: JS	6.32	1.20	6.82	1.24	6.53	1.24	0.10
LADO2: JS	8.53	0.91	9.03	1.59	8.74	1.26	0.11
ANGULO JS	24.72	4.44	25.28	4.09	24.96	4.27	0.60
LINEAJS	11.12	4.25	10.93	4.10	11.04	4.16	0.85
LINEAXS	4.88	0.75	5.09	0.81	4.97	0.78	0.28
LADO2:XT	5.03	0.89	5.45	0.91	5.21	0.92	0.06
LINEEXT	10.95	4.47	9.39	4.66	10.29	4.58	0.17
VALOR F	51.51	29.03	43.85	29.03	48.24	29.07	0.29

**Tabla 4.** Tabla tetracórica con los resultados de las dos valoraciones: por modelo F y por anestesiólogo.  $\alpha = 0.05$ .

Recuento	Prueba de referencia clínica		Total
	Vía aérea difícil	Vía aérea fácil	
Modelo valor F			
Positivo	5	1	6
Negativo	7	55	62
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>68</b>

## Discusión

Se encontró una incidencia de vía aérea difícil de 17.64%, similar a la reportada en estudios de evaluación adelantados en otras latitudes, aunque el concepto de vía aérea difícil se entrecruza con los de complicaciones anestésicas e intubación difícil no anticipada, en la literatura. La aplicación clínica del modelo matemático propuesto, se muestra consistente cuando se la compara con la evaluación clínica tradicional realizada por anestesiólogo, en la que es necesario tener en cuenta factores subjetivos y objetivos. Se demostró que el número F medido en el marco de la valoración clínica, es una herramienta útil para confirmar vía aérea difícil, pero no para descartarla. En estas circunstancias, el número F constituye una técnica de valoración aplicable, que podría utilizarse como complemento de la valoración tradicional, pues su especificidad puede mejorar sustancialmente la probabilidad, en la evaluación previa del paciente, de elegir la técnica de intubación más adecuada. Por demás, la estimación del valor F es una prueba relativamente sencilla, de muy bajo costo y puede ser realizada incluso por médicos generales debidamente entrenados.

Un aspecto del presente análisis que reviste importancia significativa, se refiere a la relación existente entre el volumen que ocupa la lengua y el número F (y por lo tanto, el grado de dificultad de la laringoscopia), relación que se establece con base en comparaciones geométricas. De esta

consideración se deriva la conveniencia de considerar que cualquier método de intubación que minimice el volumen del dispositivo por introducir, lleva a mejorar la perspectiva visual del médico, puesto que compensa el número F disminuido. Es el caso de los dispositivos de Frova, Eschmann, el catéter orotraqueal articulado (COA) y el combitubo (15-17).

La predicción del tipo de vía aérea que se espera encontrar, puede ser muy útil en la preparación para tomar decisiones como la necesidad de emplear estrategias adicionales que faciliten la visualización de la vía aérea, tal como la maniobra BURP (Backward, Upward, Rightward Pressure), que busca ejercer presión sobre la tráquea en los sentidos descritos en la siglas de la técnica (atrás, arriba y a la derecha), para facilitar la visualización y abordaje de las estructuras superiores de la vía aérea. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta que el volumen de pacientes por intervenir en los que se encuentra vía aérea difícil puede llegar a ser de 15% de todos los sujetos (16).

Es importante anotar que el presente estudio está limitado por el tamaño de muestra, circunstancia que lleva a profundizar más en el diseño y ejecución de estudios posteriores que permitan aproximar con precisión la confiabilidad y validez del método de evaluación que se propone.

Como una fortaleza del tipo de evaluación realizado en este estudio, es que se adelantó un análisis independiente de la prevalencia, lo cual es recomendable en presencia de eventos "raros", como en el caso de vía aérea e intubación difíciles. Sin embargo, se deben tener en cuenta algunas limitaciones con respecto a la aplicabilidad del método. Primero, requiere una capacitación en la realización de mediciones para minimizar la variabilidad interobservador. Segundo, se requiere de la disponibilidad de un computador disponible en el recinto, para hacer las estimaciones del número F, y esto no siempre es posible en las áreas donde se valora el paciente. A pesar de ello, es muy probable que el modelo

sea de gran utilidad en las áreas de cuidado intensivo. En circunstancias en las que por lo general, no se cuenta con plena colaboración del paciente para hacer las evaluaciones convencionales.

Por último, los dispositivos que permiten compensar los número F desfavorables, pueden permitir un mejor acceso a la vía aérea en cuidado intensivo. Es el caso de los catéteres de Frova, Eschmann y el catéter orotraqueal articulado (18-21).

### Conclusión

Con los resultados que se reportan, es factible asumir que la concordancia entre el modelo matemático (número F) y la evaluación clínica del anestesiólogo, es lo suficientemente adecuada para considerar que el modelo es reproducible con aceptable variación interobservador. De otra parte, con los datos relacionados con el desempeño de la prueba, se puede deducir que el número F como resultado del modelo matemático propuesto es excelente para confirmar presencia de vía aérea difícil, pero no es útil como prueba de tamizaje. Por último, dada la baja prevalencia de los casos de vía aérea difícil en la práctica, el índice de Youden aplicado al modelo matemático (número F), es aceptable en el contexto clínico.

### Referencias

1. **Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH.** Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults: A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology* 1995; **82**: 367.
2. **Horton WA, Fahy L, Charters P.** Factor analysis in difficult tracheal intubation: laryngoscopy-induced airway obstruction. *Brit J Anaesth* 1990; **65**: 801-5.
3. **Frerk CM.** Predicting difficult intubation. *Anaesthesia* 1991; **46**: 1005-8.
4. **Charters P.** Analysis of mathematical model for osseous factors in difficult intubation. *Can J Anaesth.* 1994; **41**: 594-602.
5. **Bellhouse CP, Dore C.** Criteria for estimating likelihood of difficulty of endotracheal intubation with the Macintosh laryngoscope. *Anaesth Intens Care* 1988; **16**: 329.
6. **Valero-Espinoza AT, de Lizarraga GV.** Manejo de Vía Aérea Difícil. *Rev Ven Anest* 1998; **3**: 13-21.
7. **Horton WA, Fahy L, Charter P.** Towards a single index for quantifying osseous factors in difficult laryngoscopy. *Brit J Anaesth* 1990; **65**: 583-4.
8. **Horton WA, Fahy L, Charters P.** Disposition of cervical vertebrae, atlanto-axial joint, hyoid and mandible during X-ray laryngoscopy. *Brit J Anaesth* 1989; **63**: 435-8.
9. **Horton WA, Fahy L, Charters P.** Defining a standard intubating position using "angle finder". *Brit J Anaesth* 1989; **62**: 6-12.
10. **Youden, W.J.** Index for rating diagnostic tests. *Cancer* 1950; **3**: 32-35.
11. **Núñez, M.** valoración de las tecnologías diagnósticas: Análisis estadístico. Escuela Universitaria de Tecnología médica. Montevideo, 2008. Disponible en: [http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Eval\\_tec\\_diag.pdf](http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Eval_tec_diag.pdf) (Consulta: 21-12-2011).
12. **Mallampati R, GATT S., Láveme G.** A Clinical Sign no Predict Difficult Tracheal Intubation. A Prospective Study. *Can Anaesth Soc J* 1985; **32**: 429-434.
13. **Ríos-García E, Reyes JL.** Valor predictivo de las evaluaciones de la vía aérea difícil. *Trauma* 2005; **8**: 63-70.
14. **Oriol-López SA, Hernández M, Hernández CE, Álvarez AA.** Valoración, predicción y presencia de intubación difícil. *Rev Mex Anest* 2009; **32**: 41-49.
15. **Hartmann T, Krenn CG, Zoeggeler A, Hoerauf K, Benumof JL, Krafft P.** The oesophageal-tracheal Combitube Small Adult. *Anaesthesia* 2000; **55**: 670-5.
16. **Ríos García E, Reyes Cedeño JL.** Valor predictivo de las evaluaciones de la vía aérea difícil. *Trauma* 2005; **8**: 63-70.
17. **Hodzovic I, Latto IP, Wilkes AR, Hall JE, Mapleson WW.** Evaluation of Frova, single use intubation introducer, in a manikin. Comparison with Eschmann multiple use introducer and Portex single use introducer. *Anaesthesia* 2004; **59**: 811-6.
18. **Janakiraman C, Hodzovic I, Reddy S, Desai N, Wilkes AR, Latto IP.** Evaluation of tracheal tube introducers in simulated difficult intubation. *Anaesthesia* 2009; **64**: 309-14.
19. **Hodzovic I, Latto IP, Wilkes AR, Hall JE, Mapleson WW.** Evaluation of Frova, single-use intubation introducer, in a manikin. Comparison with Eschmann multiple-use introducer and Portex single-use introducer. *Anaesthesia* 2004; **59**: 811-6.
20. **Riveros E, Ariza M, Pardo P, López B, Espinoza A.** Nuevo dispositivo para el manejo de la vía aérea y entubación difícil: Catéter orotraqueal articulado. *Rev Col Anest* 2007; **35**: 221-6.
21. **Riveros E.** Validation of the Clinical usefulness of an Articulated Orotracheal Catheter in the Operating Room and Intensive Care. *Rev Col Anest* 2011; **39**: 330-339.