



ORIGINAL

Curvas de aprendizaje acumulado CUSUM en videolaringoscopia de valva angulada: estudio descriptivo[☆]

Mario Andrés Zamudio Burbano^{*}, Ana Catalina Ramírez Cardona y José Sebastián Robledo Ríos

IPS Universitaria, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia

Recibido el 4 de mayo de 2020; aceptado el 2 de noviembre de 2020

Disponible en Internet el 13 de enero de 2021



PALABRAS CLAVE

Videolaringoscopia;
Curvas de aprendizaje;
CUSUM;
Vía aérea difícil;
Técnicas de enseñanza

KEYWORDS

Videolaryngoscopy;
Learning curves;
CUSUM;
Difficult airway;
Teaching techniques

Resumen

Introducción: La videolaringoscopia es una técnica recomendada para el manejo de la vía aérea; sin embargo, se requiere una medida objetiva como meta de entrenamiento.

Métodos: Estudio descriptivo de curvas CUSUM, con porcentaje de éxito del 80%, error Alfa 0,1, Beta 0,1, con valores de error aceptable de 0,2 y error inaceptable de 0,31.

Resultados: Se crearon curvas CUSUM de 35 estudiantes de posgrado: 23 alcanzaron el mínimo de procedimientos y 13 alcanzaron la meta planteada, con una mediana de 15 procedimientos (RIQ 11-19). La mayoría de los estudiantes que no completaron la curva realizaron solo un mes de rotación.

Conclusión: El uso de curvas CUSUM podría ser de ayuda para individualizar las metas de aprendizaje en habilidad técnica.

© 2020 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

CUSUM learning curves in angulate videolaryngoscopy: A descriptive study

Abstract

Introduction: Videolaryngoscopy is a recommended technique for airway management; however, an objective measure of training goal is required.

Methods: Descriptive study of CUSUM curves, with 80% success rate, Alpha 0.1 error, Beta 0.1, with acceptable error values of 0.2, and unacceptable error of 0.31.

[☆] Un abstract del presente trabajo fue presentado en el Congreso Mundial de Vía Aérea en Amsterdam, 2019.

^{*} Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mario.zamudio@udea.edu.co (M.A. Zamudio Burbano).

Results: CUSUM curves of 35 postgraduate students are described: 23 reached the minimum procedures and 13 reached the goal setted, with a median of 15 procedures (RIQ 11-19). Most students who did not complete the curve, had only one month of practice.

Conclusion: The use of CUSUM curves could be helpful to individualize learning goals in technical skill.

© 2020 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las complicaciones asociadas al manejo de la vía aérea difícil (VAD) anticipada y no anticipada tienen impacto en la morbilidad y mortalidad de los pacientes¹. Teniendo en cuenta las complicaciones que pueden presentarse en estos escenarios, se denota la importancia de un adecuado entrenamiento en las habilidades técnicas (HT) del uso del videolaringoscopio tanto en la formación como en el reentrenamiento del personal de salud².

En los programas de pregrado y posgrado existen múltiples estrategias para el entrenamiento de HT, dentro de las cuales se encuentran las curvas de aprendizaje acumulado (CUSUM), definidas como modelos estadísticos que demuestran el proceso de adquisición y éxito en la realización de una habilidad específica; es decir, se establece un mínimo de intentos exitosos para garantizar un 80% de éxito al primer intento de los intentos futuros, teniendo en cuenta porcentajes de falla aceptable e inaceptable definidos por los investigadores basándose en la literatura.

A diferencia del enfoque tradicional, la obtención de la HT o conocimientos por este método es seguida y sostenida en el tiempo, ya que se individualiza el aprendizaje, aumentando la exposición del estudiante a la técnica, teniendo como meta que el estudiante logre un número mínimo de intentos satisfactorios hasta que se alcance el porcentaje de éxito establecido. Las curvas CUSUM se han descrito como una herramienta útil en la medición objetiva del aprendizaje de gran número de HT en el área de la salud, incluyendo la intubación orotraqueal con laringoscopia directa^{3,4}; sin embargo, existen muy pocas investigaciones en técnicas no convencionales en la vía aérea.

Debido a que existe la necesidad de diseñar programas educativos de HT en videolaringoscopia, realizamos este estudio usando la estrategia CUSUM para el abordaje de la vía aérea por medio de intubación orotraqueal con videolaringoscopio en estudiantes de posgrado de los programas de Anestesiología y Reanimación y Medicina de Urgencias de la Universidad de Antioquia.

Igualmente, con los resultados de este estudio se podría en el futuro optimizar la enseñanza en la HT en los residentes y, finalmente, impactar resultados de seguridad en los pacientes, lo cual se reflejaría en la disminución de la morbilidad y mortalidad asociada al manejo de la vía aérea.

Materiales y métodos

Estudio descriptivo en el cual se realizan curvas de aprendizaje acumulado (CUSUM) en videolaringoscopia de valva

angulada para lograr un porcentaje de éxito de intubación al primer intento del 80%, considerado por los autores como un desempeño adecuado para esta técnica.

Objetivo

Describir las curvas CUSUM de intubación orotraqueal con videolaringoscopia de valva angulada en estudiantes de los programas de Anestesiología y Reanimación y Medicina de Urgencias de la Universidad de Antioquia para alcanzar un porcentaje de éxito al primer intento de intubación del 80%.

Métodos

Durante la rotación de «vía aérea difícil» de ambos programas de posgrado cada estudiante recibió orientación teórica acerca de la técnica de intubación. Se realizaron dos actividades teóricas guiadas por un docente experto en el área de VAD, describiendo las características, las indicaciones y la evidencia científica para cada tipo de videolaringoscopio, para un total de 2 h teóricas. Posteriormente los residentes asistieron a dos jornadas de práctica en el centro de simulación con una duración total de 4 h para hacer uso de los videolaringoscopios disponibles para reforzar la HT con el fin de iniciar prácticas en pacientes.

La realización de cada procedimiento en la rotación de VAD se consignó en una base de datos perteneciente al grupo de VAD de la Universidad de Antioquia, en la cual se especificó el tipo de procedimiento, el número de intentos, el tiempo necesario para lograr la intubación, las complicaciones y las dificultades asociadas; esta base de datos fue la fuente de información para el estudio.

En total se evaluaron datos de 4 años de recolección, entre enero de 2014 y noviembre de 2018.

Luego de la recolección de los datos se graficaron las curvas CUSUM con porcentaje de éxito al primer intento del 80% basándose en las ecuaciones de este método^{3,4} (tabla 1) y se determinó el número de procedimientos ajustado para que los resultados pudieran contener el error tipo 1 y el error tipo 2 preestablecido.

Se estableció un porcentaje de fallo aceptable (p_0) del 20% y un porcentaje de fallo inaceptable (p_1) del 31%. En la tabla 1 se encuentran consignados los valores utilizados para el error tipo 1, el error tipo 2, los porcentajes de fallo y los cálculos de los valores necesarios ajustados para videolaringoscopia usados en la realización de cada curva CUSUM³, determinándose que el mínimo número matemático de procedimientos necesarios adecuados para cumplir con el porcentaje de éxito es de 11 videolaringoscopias.

Tabla 1 Valores para elaboración de curva CUSUM

Variables	Valor	Definición
α	0,1	Fallo positivo
β	0,2	Fallo negativo
P0	0,2	Fallo aceptable
P1	0,31	Fallo inaceptable
S	0,252348044	Número CUSUM.
H0	-2,565918438	Q/(P+Q) Hipótesis nula:
H1	3,547475285	b/(P+Q) Hipótesis alterna: a/(P+Q)

Fuente: autores.

Se realizó una curva CUSUM por cada estudiante que alcanzó el número mínimo de procedimientos en donde se cruzó el límite de la decisión inferior (H0), lo que se tradujo en un porcentaje de fallo del estudiante igual al fallo normal esperado para la intubación con videolaringoscopia o éxito en el procedimiento.

Antes de la recolección de datos de la base de datos del grupo de VAD de la Universidad de Antioquia los estudiantes firmaron consentimiento informado para el manejo de la información sin incluir datos personales. Del mismo modo, los pacientes que fueron sometidos a los procedimientos habían firmado previamente consentimiento informado para investigaciones. El presente estudio fue aprobado por el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.

Resultados

Se evaluaron en total 596 videolaringoscopias realizadas por 35 residentes. El 80% fueron de Anestesiología y Reanimación, quienes tienen 2 meses de rotación en VAD, y el 20% restante de Medicina de Urgencias, quienes tienen rotación de un mes. La mayoría cursaban el segundo año de su residencia, respectivamente. Las características basales de los residentes y de los casos se describen en la [tabla 2](#).

No todas las videolaringoscopias fueron realizadas en pacientes con VAD: el 51,5% fueron catalogados como VAD anticipada, el 1,5% fueron rescates en VAD no anticipada y el 46,9% fueron pacientes sin predictores de VAD.

La mediana del número CUSUM para el presente estudio fue de 15 procedimientos, y los videolaringoscopios más usados fueron AP Advance® (36%), seguido de King Vision® (28,8%) y el C-MAC D-Blade® (21,8%).

De los 35 estudiantes analizados, 23 alcanzaron el número mínimo de procedimientos necesarios (11 videolaringoscopias), y dos de ellos fueron residentes de Medicina de Urgencias. Sin embargo, no todos fueron exitosos, por lo que la mediana para alcanzar la curva de aprendizaje fue de 15. En la [figura 1](#) se muestra un ejemplo de curva CUSUM y en el [anexo 1 \(en material adicional\)](#) se encuentran las 23 curvas CUSUM.

El 37% de los estudiantes lograron completar la curva de aprendizaje con una mediana CUSUM de 15, en un rango

Tabla 2 Características de los participantes

Característica	n/total	%
Programa		
Estudiantes de Anestesia	28/35	80
Estudiantes de Urgencias	7/35	20
Edad	Promedio: 25 Rango: 24-55	NA
Año de residencia		
Primer año	7/35	20
Segundo año	22/35	62,8
Tercer año	4/35	11,4
Anestesiólogos	2/35	5,7
Sexo		
Masculino	19/35	54,3
Femenino	16/35	45,7
Tiempo de rotación		
1 mes	7/35	20
2 meses	28/35	80
Pacientes		
Con predictores de VAD	307/596	51,5
Sin predictores de VAD	280/596	46,9
VAD difícil no anticipada	9/596	1,5
Predictores de VAD		
Mallampati I-II	398/596	66,8
Mallampati III-IV	198/596	33,2
Apertura oral > 3 cm	462/596	77,5
Apertura oral 2-3 cm	120/596	20,1
Apertura oral < 2 cm	10/596	1,6
Con limitación a la extensión cervical	77/596	12,9
Sin limitación a la extensión cervical	519/596	87,1

VAD: vía aérea difícil.

Fuente: Autores.

intercuartílico de 11 a 19 procedimientos. Como hallazgo significativo, ninguno de los residentes de Medicina de Urgencias estuvo en este grupo.

Discusión

Las curvas CUSUM han sido usadas para evaluar las HT en diferentes áreas de la salud. Específicamente, en laringoscopia directa se encuentran estudios donde se necesitan aproximadamente de 50 a 131 procedimientos para lograr un éxito del 80 y del 90%, respectivamente^{5,6}, valores mucho más altos que en el presente trabajo, lo que podría significar que, en comparación con la laringoscopia directa, la videolaringoscopia tiene menor curva de aprendizaje.

Este hallazgo puede ser controversial. Gu et al.⁷, en un ensayo clínico preliminar, cifraron en 20 la mediana de

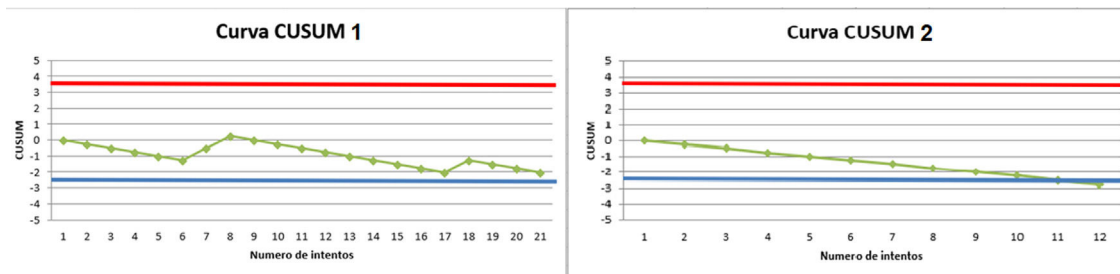


Figura 1 Ejemplo de curva CUSUM.

procedimientos para alcanzar HT en laringoscopia directa pero haciendo previamente 10 videolaringoscopias, lo que podría explicar el acortamiento de la curva de aprendizaje.

En cuanto al tipo de videolaringoscopia, Correa et al.⁸, basándose en el método CUSUM, reportaron un promedio de 42 procedimientos exitosos necesarios para lograr un adecuado entrenamiento utilizando Truview EVO2. Es un valor mayor al del presente estudio, lo que puede ser explicado por la forma de la valva del dispositivo Truview, que no es anatómica, a diferencia de los videolaringoscopios usados en el presente estudio, los cuales son de valvas anguladas que tienen una relación más anatómica con la vía aérea.

Con respecto a otras técnicas de intubación, si bien un estudio reportó una mediana de 26 procedimientos para lograr el aprendizaje en fibroscopia, algunos estudiantes no alcanzaron el éxito a pesar de más de 40 procedimientos⁹. Al ser este valor mayor al encontrado para videolaringoscopia en el presente estudio, se podría pensar que, para los casos en que cualquiera de las dos técnicas sea útil, realizar una videolaringoscopia sería la mejor técnica para usar, pues es más fácil de aprender.

Es de resaltar que el 80% de los estudiantes que no lograron obtener el número CUSUM fueron los residentes de Medicina de Urgencias, quienes solo tuvieron un mes de rotación con el grupo de VAD; de ellos, solo el 28% lograron el número mínimo de procedimientos necesario para crear una curva CUSUM, pero ninguno logró alcanzar la curva de aprendizaje. Este hallazgo se podría explicar por la menor exposición a los procedimientos en comparación con los de Anestesiología, que rotaron 2 meses, sugiriendo que estos procedimientos requieren más tiempo de entrenamiento para lograr un número CUSUM, pero para esto se requieren estudios prospectivos y comparativos en los que se midan variables individuales.

Entre las fortalezas de nuestro estudio resaltamos ser el primer reporte de curvas CUSUM en videolaringoscopia de valva angulada para el manejo de la intubación orotraqueal difícil en escenarios electivos y urgentes. Además, que las curvas de aprendizaje deben ser individualizadas, pudiendo ser de 11 procedimientos o más, dependiendo del estudiante. Adicionalmente, la curva de aprendizaje puede conservarse en el tiempo, pues no se enfocó el aprendizaje en un dispositivo en particular sino en la HT como tal usando diferentes tipos de videolaringoscopios.

Como limitación, al tratarse de un estudio descriptivo no se realizó estadística inferencial, por lo que se requieren estudios prospectivos y comparativos para comprobar si la curva de aprendizaje de la videolaringoscopia es menor que

la de laringoscopia directa, o si se requiere más de un mes de entrenamiento para alcanzar la curva de aprendizaje.

Conclusión

Se describieron las curvas CUSUM en videolaringoscopia de valva angulada de los residentes de dos programas de posgrado en medicina, encontrando que el 37% de los estudiantes alcanzaron la curva de aprendizaje para un porcentaje de éxito al primer intento de intubación del 80%. Ambas residencias deben cumplir con objetivos en el manejo de técnicas convencionales y no convencionales de manejo de vía aérea avanzada, dado el impacto que este tiene en la morbilidad de los pacientes. Este estudio brinda las bases para replantear el método de enseñanza de HT, la duración de las rotaciones y el tiempo de exposición de los residentes a la videolaringoscopia con el fin de individualizar el aprendizaje teniendo en cuenta el número mínimo de intentos que permitan alcanzar una curva de aprendizaje, buscando sostener dicha habilidad en el tiempo y posiblemente impactar en el desenlace de los pacientes en el futuro.

Financiación

Los propios autores.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.edumed.2020.11.011](https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.11.011).

Bibliografía

1. Ellis SJ, Newland MC, Simonson JA, Peters KR, Romberger DJ, Mercer DW, et al. Anesthesia-related cardiac arrest. *Anesthesiology*. 2014;120:829–38.
2. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhargava R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. 2015;115:827–48.
3. Aguirre Ospina OD, Ríos Medina AM, Calderón Marulanda M, Gómez Buitrago LM. Cumulative Sum learning curves (CUSUM) in basic anaesthesia procedures. *Rev Colomb Anestesiología*. 2014;42:142–53.

4. De Oliveira Filho GR. The construction of learning curves for basic skills in anesthetic procedures: An application for the cumulative sum method. *Anesth Analg*. 2002;95:411–6.
5. Rujirojindakul P, McNeil E, Rueangchira-Urai R, Siripunt N. Learning curves of Macintosh laryngoscope in nurse anesthetist trainees using cumulative sum method. *Anesthesiol Res Pract*. 2014;2014:850731.
6. Je S, Cho Y, Choi HJ, Kang B, Lim T, Kang H. An application of the learning curve-cumulative summation test to evaluate training for endotracheal intubation in emergency medicine. *Emerg Med J*. 2015;32:291–4.
7. Gu M, Lian M, Gong C, Chen L, Li S. The teaching order of using direct laryngoscopy first may improve the learning outcome of endotracheal intubation: A preliminary, randomized controlled trial. *Medicine*. 2019;98:e15624.
8. Correa JB, Dellazzana JE, Sturm A, Leite DM, de Oliveira Filho GR, Xavier RG. Using the CuSum curve to evaluate the training of orotracheal intubation with the Truview EVO2 laryngoscope. *Rev Bras Anesthesiol*. 2009;59:321–31.
9. Altun D, Ozkan-Seyhan T, Camci E, Sivriköz N, Orhan-Sungur M. Learning curves for two fiberoptic scopes in simulated difficult airway scenario with cumulative sum method. *Simul Healthc*. 2019;14:163–8.