



GMD

Facultad Cs. Médicas
Biblioteca



TFEM 2614



**Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Médicas
Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología**

**Curvas de aprendizaje CUSUM en IOT con
laringoscopio directo convencional y uso de adyuvantes
en residentes de 1er año de anestesiología: un estudio
descriptivo.**

Alumno: Navarro, Santiago¹

Tutor: Navarro, Guillermo²

Cotutor: Perez, Eduardo C³

CENTRO FORMADOR: Hospital Provincial del Centenario

AÑO 2024

¹ Médico. Alumno de la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario.

² Especialista en Anestesiología. Docente Estable de la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario.

³ Especialista en Anestesiología. Jefe del Servicio de Anestesiología del Hospital Provincial del Centenario. Director de la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario.

RESUMEN

Introducción: La intubación orotraqueal es una técnica esencial en el manejo de la vía aérea. Su enseñanza y aprendizaje resulta fundamental tanto en los programas formativos de posgrado en anestesiología y reanimación, como en otras especialidades que se enfrentan al manejo de la vía aérea. Resulta de interés una medida objetiva como meta de entrenamiento, en reemplazo de las recomendaciones generales que no toman en cuenta la variabilidad individual de los operadores en formación.

Objetivo: Analizar curvas de aprendizaje CUSUM de intubación orotraqueal con LDC más uso de coadyuvantes, en residentes de anestesiología ingresantes a primer año de la Carrera de Especialización en Anestesiología (Facultad de Ciencias Médicas – UNR), Centro Formador: Hospital Provincial del Centenario, Rosario.

Métodos: Se solicitó aprobación al Comité de Docencia del Hospital Provincial del Centenario, y consentimiento de los participantes. Luego se llevó a cabo un estudio descriptivo de curvas LC-CUSUM para intubación orotraqueal con laringoscopio directo convencional más uso de coadyuvantes. Se recolectaron datos de los pacientes que enfrentó cada participante. El tiempo de recolección de datos se fijó en 90 días corridos a partir del ingreso de los residentes al programa de formación. El porcentaje de éxito se fijó en 80%. Los valores de fracaso aceptables e inaceptables fueron fijados en 20% y 35% respectivamente.

Resultados: Se evaluaron 285 laringoscopias. Se crearon curvas LC-CUSUM de los 5 ingresantes a la carrera de posgrado del Hospital Provincial del Centenario. Ninguno contaba con experiencia previa en la habilidad estudiada. Los operadores se nombraron del 1 al 5 y realizaron 57, 61, 55, 51, 61 intubaciones orotraqueales respectivamente. De ellos, 3 alcanzaron la meta planteada en los 90 días de estudio.

Conclusión: Este es el primer estudio de curvas CUSUM que se realiza en el programa de formación de posgrado en Anestesiología de la Universidad Nacional de Rosario. La media de procedimientos que requirieron quienes alcanzaron la meta se condice con otros reportes similares. El uso de curvas CUSUM podría ser de ayuda para individualizar las metas de aprendizaje en habilidades técnicas.

PALABRAS CLAVE

Residente – Laringoscopia Directa Convencional – Intubación Orotraqueal – Anestesiología

Medical Resident – Direct Laryngoscopy – Orotracheal Intubation - Anesthesiology

ÍNDICE

- RESUMEN - 1
- PALABRAS CLAVE - 2
- INTRODUCCIÓN - 4
- OBJETIVO - 5
- MATERIAL Y MÉTODOS - 6
- RESULTADOS - 8
- DISCUSIÓN - 10
- CONCLUSIÓN - 11
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS – 12

INTRODUCCIÓN

Asegurar la calidad de atención médica requiere, entre otras actividades, la evaluación continua de la performance de los asistencialistas. Esto puede realizarse mediante sistemas tanto subjetivos, como objetivos. La mayoría de los métodos actuales son basados en la subjetividad bajo vigilancia de un residente superior o instructor (por ejemplo, *peer review*) (1). En este proyecto se plantea utilizar un método objetivo de análisis, la sumatoria acumulada.

Los gráficos de control de suma acumulada (CUSUM, por el inglés *cumulative sum control chart*) son un tipo de gráfico de control. Dichos gráficos son herramientas que permiten analizar datos especialmente durante la producción o la investigación en la industria (2). Estos cuentan con líneas límite que proporcionan información sobre el proceso estudiado. En este tipo de gráficos, se trazan en secuencia las diferencias acumulativas de la característica estudiada, permitiendo detectar desviaciones respecto a los límites preestablecidos (3). En forma genérica, al aplicar la metodología CUSUM en áreas de control de calidad (por ejemplo) se asume que el proceso estudiado se encuentra bajo control y se monitorea para detectar si en algún momento sale de control. Para ser aplicado al análisis de las curvas de aprendizaje (LC, por el inglés *learning curve*), este supuesto debe invertirse. Es decir, se presupone que un operador no maneja la técnica (proceso “fuera de control”) y se quiere detectar el punto donde comienza a manejarla (y el proceso comienza a estar “bajo control”). Así surge el análisis denominado LC-CUSUM.

La LC-CUSUM es una alternativa a los gráficos CUSUM creada para enfocarse más específicamente en el período de aprendizaje de una habilidad (2). Las LC-CUSUM se han descrito como una herramienta útil para la medición objetiva del aprendizaje de habilidades técnicas en el área de salud, permitiendo un monitoreo cuantitativo de la performance individual durante el proceso de aprendizaje, determinando cuándo un nivel predeterminado aceptable de la habilidad es alcanzado (1-4). Esto resulta fundamental en el proceso formativo de un futuro especialista, ya que la incapacidad de cumplir con los estándares mínimos de habilidades técnicas de su respectiva especialidad repercutiría directamente en la seguridad y resultados de los pacientes a su cargo. Mediante esta estrategia, se podrá objetivar tanto el grado de éxito como la cantidad de intentos que se requirieron para alcanzarlo.

En términos de la representación gráfica, la habilidad se asume como no adquirida en tanto la curva no sobrepase desde arriba hacia abajo el límite representado. Al momento que dicho límite es cruzado por la curva LC – CUSUM, el proceso de considera aceptable (el operador ha aprendido el procedimiento estudiado). En otras palabras, cuando la curva CUSUM sobrepasa el límite, hay evidencia suficiente para indicar que la habilidad ha sido adquirida por el operador en estudio.

En cuanto a la intubación orotraqueal (IOT) mediante laringoscopia directa convencional (LDC), la misma es una práctica extendida en todo el mundo, facilita la administración de ventilación, oxigenación y de gases anestésicos a los pacientes bajo anestesia general. Se realiza mediante un dispositivo conocido como laringoscopio directo convencional el cual consta de un mango y una pala de diferentes geometrías (en nuestro medio es habitual el uso de la geometría de Machintosh), que permite la visualización de la glotis y el pasaje de un tubo hacia la tráquea a través de ésta (5-6). Teniendo en cuenta las complicaciones que podrían aparecer en estos escenarios, se entiende la gran relevancia de la habilidad técnica a evaluar, siendo mandatorio un entrenamiento adecuado en LDC con geometría Machintosh, tanto en los sistemas de formación de residentes como en los programas de formación continuada para especialistas.

Los coadyuvantes del manejo de vía aérea se definen como intervenciones adicionales o instrumentos destinados a facilitar la introducción de un TET durante una LDC restrictiva. Destacan, maniobras de manipulación laríngea externa, la guías *gum elastic boogies*, de diferentes características, largo, elasticidad y estiletes rígidos o semirrígidos que según el escenario se seleccionan para hacer exitosa la IOT durante el primer intento. (7-8)

OBJETIVO

Analizar curvas de aprendizaje CUSUM de intubación orotraqueal con LDC más uso de coadyuvantes, en residentes de anestesiología ingresantes a primer año de la Carrera de Especialización en Anestesiología (Facultad de Ciencias Médicas – UNR), Centro Formador: Hospital Provincial del Centenario, Rosario.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se solicitó autorización al Comité de Docencia del Hospital Provincial del Centenario. Una vez autorizado, se realizó un estudio descriptivo observacional. Se solicitó consentimiento por escrito de los 5 residentes ingresantes en 2023 a la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología de la Universidad Nacional de Rosario. Se recolectaron datos por 90 días corridos a partir del ingreso de los operadores al programa formativo (01/10/2023), teniendo en cuenta el volumen de cirugías con las que cuenta el hospital, y la bibliografía consultada (4-9-10). Se hizo una evaluación individual de cada operador, comenzando en su primera IOT en pacientes (excluyendo pacientes pediátricos, obstétricas y cirugía cardíaca). Antes de iniciar la recolección de datos, se consultó a cada uno si contaban previamente con experiencia en la habilidad a estudiar.

Los residentes de acuerdo con el plan de estudio vigente recibieron formación teórico-práctica en el Centro de Simulación de la Asociación Rosarina de Anestesiología (ARASIM). En dicho centro se familiarizaron con el equipamiento y aprendieron las técnicas en simuladores de alta fidelidad. Por cada residente se completó una ficha donde se registró, luego de realizar una IOT, su éxito o fracaso. Esta evaluación fue llevada a cabo por residentes de años superiores e instructores del servicio, bajo las directivas que más abajo se describen. Se utilizaron laringoscopios directos convencionales con ramas tipo Macintosh, número 3 o 4 según el paciente, y tubos orotraqueales con balón de un solo uso. Todos estos materiales fueron provistos por el hospital. En los casos en los que, por alguna razón, se decidió que en algún paciente el manejo de vía aérea haya estado a cargo de un residente de otro año o bien de un anesthesiólogo matriculado, ese evento no trajo dificultades al estudio, ya que no se contabilizó como una práctica fallida por el operador estudiado (simplemente porque no la realizó). En los casos en los que fue necesario que otro operador tome el control de la vía aérea una vez comenzada la instrumentación por el operador estudiado, siendo esta infructuosa, se contabilizó como un fracaso.

Todos los pacientes fueron posicionados 20 grados cabeza arriba, según las normas de guías DAS 2015 para el plan A, cuyo objetivo es la intubación. Contaron con oxigenación apneica de bajo flujo para prolongar el tiempo de apnea segura, y posición de la cabeza en flexión.

Un intento exitoso fue definido como (adaptado de Ospina ODA *et al.*) (8):

- Tiempo desde que termina la preoxigenación (3-5 minutos FiO₂ 100% con máscara facial) y la pala de Machintosh ingresa en la boca del paciente hasta la confirmación de la IOT mediante capnografía acorde a la guía de intubación esofágica inadvertida PUMA 2022 (11), menor a 5 minutos.
- Ausencia de asistencia física de otro operador (si se aceptó ayuda verbal)
- SatO₂ por encima de 94% durante toda la instrumentación.
- Hasta 2 intentos.

Cualquier desviación de estos parámetros se interpretó como un fallo. Se calificó de forma binaria, 1 para una intervención exitosa, 0 para una intervención fallida.

Se recolectaron los siguientes datos en una ficha diseñada para tal fin

- Fecha del procedimiento.
- Caso: Se numeraron los intentos de forma sucesiva.
- Edad del paciente en años.
- Peso del paciente en kg.
- Talla del paciente en cm.
- ASA: Clasificación del paciente según la *American Society of Anesthesiologist*.
- P-VAD: Se documentaron de forma afirmativa o negativa la presencia de predictores clásicos de intubación dificultosa con LDC (Malampatti > 2 – Distancia Tiromentoniana < 6cm – Apertura bucal < 3cm).
- Cirugía a la que se sometió el paciente.
- Evaluador: Se documentó quién realizó la observación del operador estudiado.
- Calificación: 0 o 1 según fue fracaso o éxito de la intervención.

Análisis estadístico

Se presenta la media acompañada del desvío estándar (DE) para describir las variables continuas y las frecuencias (n) junto con los porcentajes para las variables categóricas. Las comparaciones entre los residentes se realizaron mediante el test de independencia o bien mediante el test de comparación de medias según el caso. Se consideró un nivel de significación del 5%. El análisis se realizó mediante R Core Team (2023) (12). Para el análisis de las curvas de aprendizaje utilizando la metodología CUSUM se utilizó el

paquete "cusum" (12). Se consideró una probabilidad de fracaso aceptable igual a 0.20 y una probabilidad de fracaso inaceptable igual a 0.35.

RESULTADOS

Se evaluaron en total 285 LDC durante el estudio, un promedio de 57 por operador. En la Tabla 1 se presentan las características generales de los pacientes según cada operador y el número total de procedimientos realizados por cada uno de ellos. Si bien se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de ASA entre los diferentes operadores, es de resaltar que todos se enfrentaron al menos en un 90% a pacientes ASA I-II, en su mayoría sin predictores clásicos de vía aérea dificultosa al momento de la valoración preoperatoria. Se encontraron diferencias entre los pacientes intervenidos por los operadores en cuanto a peso y talla ($p=0.0119$ y $p<0.0001$, respectivamente). Ninguno de los 5 estudiantes que ingresaron al estudio reportó haber realizado IOT previamente.

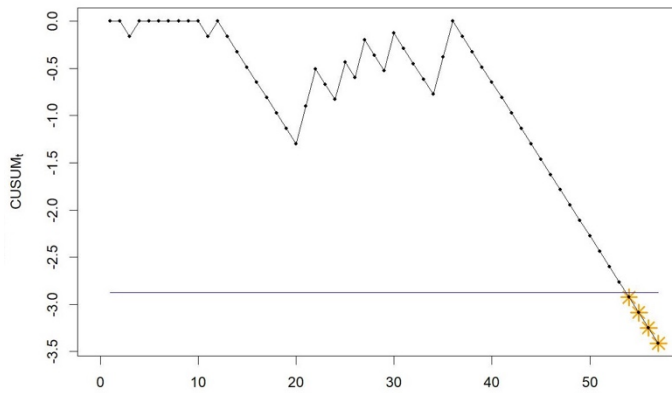
Tabla 1 – Características generales de los pacientes, analizadas según operador

	Operador 1 (N=57)	Operador 2 (N=61)	Operador 3 (N=55)	Operador 4 (N=51)	Operador 5 (N=61)	<i>p-value</i>
ASA¹						0.0002
I	30 (53%)	14 (23%)	22 (40%)	16 (31%)	7 (11%)	
II	21 (37%)	40 (66%)	27 (49%)	33 (65%)	50 (82%)	
III	6 (10%)	7 (11%)	5 (9%)	2 (4%)	4 (7%)	
IV	0 (0%)	0 (0%)	1 (1.8%)	0 (0%)	0 (0%)	
P-VAD¹	13 (23%)	18 (29%)	17 (31%)	16 (31%)	17 (28%)	0.8591
Edad (años)²	43.2 (14.6)	43.1 (14.5)	39.0 (15.2)	41.4 (14.2)	40.1 (14.7)	0.4234
Peso (kg)²	73.9 (14.7)	79.5 (16.1)	78.7 (17.0)	82.5 (11.5)	81.2 (12.8)	0.0119
Talla (cm)²	165.5 (8.7)	168.8 (9.7)	167.5 (8.0)	175.8 (9.0)	168.5 (9.9)	<0.0001
Exito¹	40 (70%)	41 (67%)	39 (71%)	36 (71%)	44 (72%)	0.9836

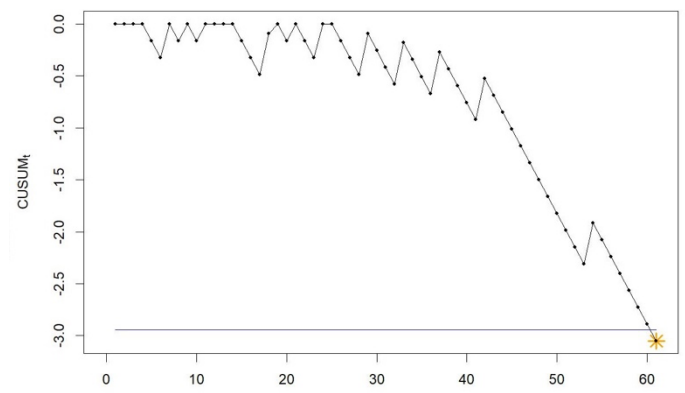
Los datos se expresan como: ¹ n (%); test de independencia. ² media (DE); test de comparación de medias.

Las curvas de aprendizaje LC-CUSUM de cada operador se presentan en la Figura 1.

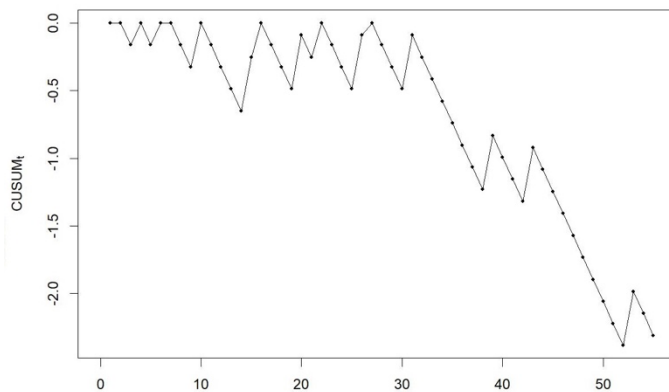
Operador 1 (54)



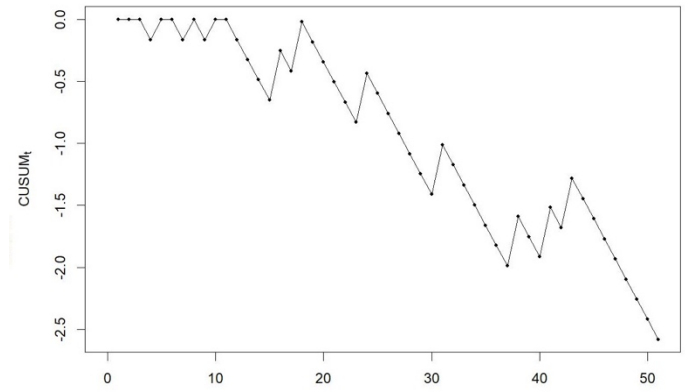
Operador 2 (61)



Operador 3 (*)



Operador 4 (*)



Operador 5 (58)

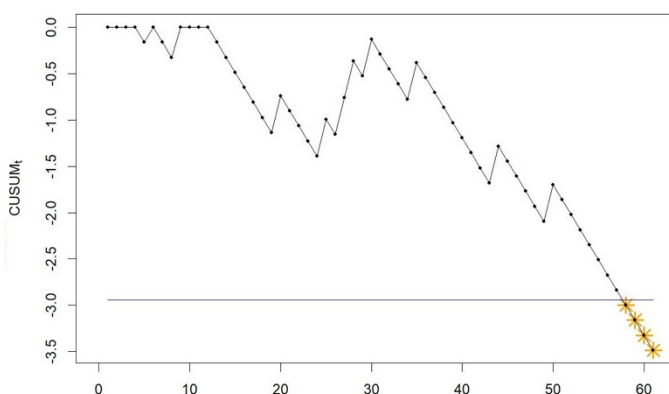


Figura 1 – Curvas de aprendizaje utilizando la metodología LC-CUSUM para cada uno de los operadores. Entre paréntesis se encuentra el número de procedimiento en el cual se considera que adquirieron la habilidad. (*) El operador no alcanzó la adquisición de la habilidad durante el periodo de estudio.

Solo 3 de los 5 lograron la adquisición de la habilidad durante el periodo de estudio. El operador nro. 1, al procedimiento nro. 54, operador nro. 2, a la 61° intervención, y el operador nro. 5, con 58 procedimientos. Los operadores 3 y 4, con 55 y 51 laringoscopías respectivamente, no lograron alcanzar la adquisición de la habilidad según los parámetros fijados como de fracaso aceptable e inaceptable. El promedio de intervenciones necesarias hasta alcanzar la adquisición de la habilidad en los 3 estudiantes que lo lograron fue de 57,6 LDC.

DISCUSIÓN

Las curvas de aprendizaje que utilizan la metodología CUSUM se constituyen como herramientas de valor en la evaluación del aprendizaje de habilidades psicomotoras y el seguimiento de éstas por parte de los médicos en formación continuada. En anestesiología, varían ampliamente entre los profesionales, reflejando la variabilidad que existe para la adquisición de una habilidad en particular. En comparación con otros estudios descriptivos de curvas LC – CUSUM en IOT con LDC, se vio que la cantidad de procedimientos necesarios para alcanzar una tasa de éxito de al menos 80% por los médicos que lograron hacerlo, es similar. Konrad *et al.* (13) reportaron que 57 intentos fueron necesarios para alcanzar un éxito del 90%, mientras que de Olivera *et al.* (3) reportaron 9-88 intentos para un éxito prefijado en 80%, en una cohorte de estudio más numerosa. Sí es de notar que estudios con mayor número de operadores evaluados, permiten ver una mayor variabilidad interindividual. Derivado de esto podría concluirse que la *performance* debería ser evaluada de forma individual y no fijando metas grupales para individuos que podrían requerir diferentes tiempos de entrenamiento. La tutela por especialistas no debería cesar en tanto los residentes no logren la competencia, y esto no necesariamente ocurre dentro de los primeros 3 meses de entrenamiento.

Considerando que los ingresantes evaluados no contaban con experiencia previa en intubación orotraqueal, podría argumentarse también que una rotación de 90 días podría no ser suficiente para entrenar residentes (ya sea de anestesiología o de otras especialidades afines) en IOT con laringoscopio directo tipo Macintosh.

Es válido mencionar algunas limitantes de este trabajo. En primer lugar, la recolección

de datos se realizó por un periodo de tiempo pactado previamente. Esto permite inferir que los operadores que no lograron la actividad en los 90 días estudiados podrían haberla adquirido cualquiera de los días ulteriores, en las sucesivas prácticas que continuaron haciendo, lo que hubiera modificado los valores promedio de adquisición de la habilidad de nuestro trabajo (atendiendo a que esos operadores hubieran aportado un número mayor de intentos cada uno).

Por otro lado, y tal cual se menciona en otros trabajos similares, la recolección de datos fue realizada por más de un profesional anesthesiólogo, que, si bien habían recibido y aceptado las directivas del trabajo, podría dar cierto lugar a la subjetividad.

Por último, durante este estudio solamente fueron evaluados los residentes del Hospital Provincial del Centenario. Sería importante continuar el análisis en este centro, así como también incluir a los residentes de primer año de los otros centros formadores de la Carrera de Anestesiología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario.

Este estudio es el primero realizado en esta residencia en relación con evaluación objetiva de adquisición de habilidades mediante curvas LC-CUSUM. Sería interesante continuar con la evaluación mediante gráficas CUSUM tanto de IOT como de otras habilidades relacionadas a la especialidad, como método para el seguimiento de la formación de la carrera de posgrado a lo largo del tiempo.

CONCLUSIÓN

Las curvas de aprendizaje utilizando la metodología CUSUM son una herramienta útil y de fácil aplicación en el monitoreo de la enseñanza de habilidades en anestesiología. En el Hospital Provincial del Centenario, los médicos en formación que lograron la adquisición de la habilidad en el tiempo pactado para el estudio requirieron en promedio 57,6 laringoscopias directas convencionales para alcanzar un 80% de tasa de éxito con laringoscopio Macintosh.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lim TO, Soraya A, Ding LM, Morad Z. Assessing doctors' competence: application of CUSUM technique in monitoring doctors' performance. *Int J Qual Health Care*. 2002 Jun;14(3):251-8. doi: 10.1093/oxfordjournals.intqhc.a002616. PMID: 12108535.
2. Biau DJ, Williams SM, Schlup MM, Nizard RS, Porcher R. Quantitative and individualized assessment of the learning curve using LC-CUSUM. *Br J Surg*. 2008 Jul;95(7):925-9. doi: 10.1002/bjs.6056. PMID: 18498126.
3. 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 Aug;95(2):411-6, table of contents. doi: 10.1097/00000539-200208000-00033. PMID: 12145063.
4. Weil G, Motamed C, Biau DJ, Guye ML. Learning curves for three specific procedures by anesthesiology residents using the learning curve cumulative sum (LC-CUSUM) test. *Korean J Anesthesiol*. 2017 Apr;70(2):196-202. doi: 10.4097/kjae.2017.70.2.196. Epub 2017 Jan 12. PMID: 28367291; PMCID: PMC5370306.
5. Cook T, Seltz Kristensen M. Core Topics in Airway Management. Ed Cambridge Medicine. Third Edition 2021. Cap 14-15.
6. Miller RD, Anestesia. Ed Elsevier. Octava edición 2015. Cap 55.
7. 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. doi: 10.1155/2014/850731. Epub 2014 Feb 12. PMID: 24688537; PMCID: PMC3944791.
8. Aguirre Ospina OD, Ríos Medina Ángela M, Calderón Marulanda M, Gómez Buitrago LM; Cumulative Sum learning curves (CUSUM) in basic anaesthesia procedures. *Colomb. J. Anesthesiol*. 2014 Jul. 1;42(3):142-53. Available from: <https://www.revcolanest.com.co/index.php/rca/article/view/541>
9. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I; Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. 2015

- Dec;115(6):827-48. doi: 10.1093/bja/aev371. Epub 2015 Nov 10. PMID: 26556848; PMCID: PMC4650961.
10. Zamudio Burbano MA, Ramírez Cardona AC, Robledo Ríos JS. CUSUM learning curves in angulate videolaryngoscopy: A descriptive study. *Educación Médica*. 1 de julio de 2021;22:300-4. doi:10.1016/j.edumed.2020.11.011.
 11. Chrimes N, Higgs A, Hagberg CA, Baker PA, Cooper RM, Greif R, Kovacs G, Law JA, Marshall SD, Myatra SN, O'Sullivan EP, Rosenblatt WH, Ross CH, Sakles JC, Sorbello M, Cook TM. Preventing unrecognised oesophageal intubation: a consensus guideline from the Project for Universal Management of Airways and international airway societies. *Anaesthesia*. 2022 Dec;77(12):1395-1415. doi: 10.1111/anae.15817. Epub 2022 Aug 17. PMID: 35977431; PMCID: PMC9804892.
 12. R Core Team (2023), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL
 13. Konrad C, Schüpfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg*. 1998 Mar;86(3):635-9. doi: 10.1097/00000539-199803000-00037. PMID: 9495429.