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

Cricotirotomía en modelo de vía aérea de cerdo: es una opción válida para simulacion?

Alumno: Guiano Sergio Ruben[1]

Tutora: Vaula, Liliana Beatriz[2]

CENTRO FORMADOR: Hospital Escuela Eva Perón

AÑO 2026

[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.
.

RESUMEN

La cricotirotomía constituye una técnica de rescate indicada ante situaciones en las que no es posible asegurar la vía aérea mediante métodos convencionales. Su baja frecuencia clínica limita las oportunidades de entrenamiento durante la formación, por lo que la simulación representa una alternativa para la adquisición y mantenimiento de habilidades técnicas. El objetivo de este trabajo fue evaluar un modelo porcino como recurso de simulación para el entrenamiento en cricotirotomía, así como analizar la adquisición y retención de habilidades técnicas y la percepción de los participantes respecto de su utilidad educativa. Se realizó un estudio prospectivo y analítico en el Centro de Simulación de la Asociación Rosarina de Anestesia, Analgesia y Reanimación entre mayo y agosto de 2026. Participaron 20 residentes de Anestesiología de primero a cuarto año, sin experiencia clínica previa en cricotirotomía. Se desarrolló un taller teórico-práctico con entrenamiento supervisado sobre tráqueas porcinas y un mínimo de cuatro intentos por participante. El desempeño fue evaluado mediante un *checklist* de cinco pasos críticos, una *Global Rating Scale (GRS)*, tiempo de ejecución, éxito técnico y registro de errores críticos. También se utilizó una escala tipo Likert para valorar el realismo y la utilidad educativa del modelo. Los participantes fueron reevaluados tres meses después utilizando el mismo escenario y metodología. Todos los participantes realizaron con éxito la cricotirotomía tanto en la evaluación inicial como en la reevaluación. El tiempo medio de ejecución aumentó de 66,5 ± 24,2 segundos a 83,5 ± 38,6 segundos a los tres meses, diferencia que resultó estadísticamente significativa. Todos los participantes mantuvieron un puntaje adecuado en *el checklist.* El puntaje medio de la *GRS* aumentó de 19,2 ± 3,66 a 22,0 ± 3,78 puntos, con una mejoría estadísticamente significativa; 17 de los 20 residentes mejoraron su puntaje global. Los errores críticos disminuyeron de cinco en la evaluación inicial a dos en la reevaluación. La percepción del modelo fue favorable, con un puntaje medio de 32,8 ± 1,33 sobre 35 y una percepción positiva alta en todos los participantes. El modelo porcino constituye una alternativa factible y útil para el entrenamiento de cricotirotomía en residentes de anestesiología, con adecuada retención de las habilidades técnicas a los tres meses y elevada aceptación como recurso educativo.

PALABRAS CLAVE

SIMULACIÓN, CRICOTIROTOMÍA, MODELO PORCINO, VÍA AÉREA.

SIMULATION, CRICOTHYROTOMY, PORCINE MODEL, AIRWAY.

ÍNDICE

Resumen……1
Palabras Clave……2
Introducción…….....4
Objetivos……....6
Materiales y métodos……..7
Análisis estadístico……10
Resultados……10
Discusión…….....14
Conclusión…….....17
Referencias Bibliográficas……...….....18

INTRODUCCIÓN

El manejo de la vía aérea difícil constituye uno de los principales desafíos en anestesiología, especialmente ante situaciones en las que fracasan simultáneamente la intubación traqueal y la oxigenación del paciente. Este escenario, denominado "*Can't Intubate, Can't Oxygenate" (CICO*), representa una emergencia vital que requiere una intervención inmediata. Ante esta situación, la cricotirotomía constituye una técnica de rescate destinada a establecer rápidamente un acceso a la vía aérea cuando las estrategias convencionales han resultado insuficientes [1,2].

A pesar de su relevancia clínica, se trata de una situación excepcional. La revisión sistemática de *Langvad* y colaboradores mostró una amplia variabilidad en la incidencia de cricotirotomía de emergencia según el ámbito asistencial y la población estudiada; en una de las mayores series hospitalarias incluidas, realizada en el contexto anestésico, se registraron 58 cricotirotomías entre 2.872.600 procedimientos de vía aérea, lo que corresponde aproximadamente a un 0,002%, o un caso cada 50.000 procedimientos [2]. Esta baja frecuencia limita considerablemente las oportunidades de adquirir experiencia clínica directa durante la formación.

La correcta realización de una cricotirotomía requiere identificar las referencias anatómicas, manipular adecuadamente el instrumental y ejecutar una secuencia técnica precisa en un período breve. Por lo tanto, existe una marcada diferencia entre la importancia de dominar el procedimiento y las posibilidades reales de practicarlo sobre pacientes durante la formación anestesiológica [1,2].

Por este motivo, la simulación clínica se ha convertido en una herramienta relevante para el entrenamiento de procedimientos de alta complejidad y baja incidencia. Permite desarrollar habilidades técnicas en un ambiente controlado, realizar prácticas repetidas, identificar errores y recibir retroalimentación sin generar riesgo para los pacientes [3,4]. En el entrenamiento de la vía aérea, diferentes experiencias han demostrado que la simulación puede mejorar el desempeño técnico y facilitar la adquisición de competencias necesarias para resolver situaciones de emergencia [5,6].

La elección del modelo de simulación representa un aspecto importante del entrenamiento. Para la enseñanza de la cricotirotomía se han utilizado maniquíes, modelos sintéticos, dispositivos impresos en tres dimensiones y preparaciones elaboradas con tejidos biológicos [7-9]. Estos recursos presentan diferencias en cuanto a costo, disponibilidad,

reproducibilidad y capacidad para representar las características anatómicas y táctiles del procedimiento. Algunos simuladores comerciales pueden resultar costosos o proporcionar una experiencia diferente de la manipulación de tejidos biológicos, circunstancia que ha motivado la búsqueda de alternativas accesibles para la formación [7,10,11].

Entre estas alternativas, los modelos elaborados con tejidos porcinos han sido propuestos como una opción para el entrenamiento de la cricotirotomía. Su utilización permite practicar la identificación de estructuras anatómicas, la incisión, el acceso a la vía aérea y la colocación del dispositivo a través de tejidos biológicos. *Spencer Netto* y colaboradores describieron un modelo porcino destinado a la enseñanza de la cricotirotomía quirúrgica y señalaron su utilidad como recurso de entrenamiento [12].

Pandian y colaboradores compararon el entrenamiento de cricotirotomía quirúrgica realizado en un modelo porcino con un maniquí robótico y demostraron la factibilidad de utilizar tejidos porcinos como recurso educativo [13]. Asimismo, Añez Simón y colaboradores evaluaron un taller de cricotirotomía quirúrgica realizado con un modelo de tráquea de cerdo, aportando experiencia sobre su utilización dentro de programas de capacitación [8]. Estos antecedentes respaldan el empleo del modelo porcino como alternativa para el aprendizaje técnico, aunque su utilidad debe ser analizada en cada contexto formativo.

Otro aspecto a destacar es la permanencia de las habilidades adquiridas. En procedimientos de baja frecuencia, el desempeño técnico puede deteriorarse cuando transcurre un período sin práctica. Una revisión sistemática sobre retención de habilidades procedimentales después del entrenamiento mediante simulación mostró que las destrezas adquiridas pueden disminuir con el tiempo, lo que destaca la necesidad de evaluar no solamente el desempeño inmediatamente posterior a la capacitación, sino también su conservación posterior [14].

En el ámbito del manejo de la vía aérea, *Bielka* y colaboradores analizaron la eficacia del entrenamiento mediante simulación y la retención de habilidades durante un período de hasta seis meses [15]. De manera más específica*, Nielsen* y colaboradores estudiaron la retención de las habilidades necesarias para realizar una cricotirotomía de emergencia, señalando la importancia de considerar el mantenimiento de estas competencias luego del entrenamiento inicial [16]. En consecuencia, la evaluación diferida constituye un componente esencial cuando se analiza la efectividad de un programa destinado a enseñar procedimientos que difícilmente puedan ser reforzados de manera habitual mediante la práctica clínica.

La valoración del entrenamiento requiere además instrumentos que permitan evaluar el desempeño de forma sistemática. Las listas de verificación permiten determinar el cumplimiento de los pasos considerados esenciales, mientras que las escalas de valoración global analizan aspectos más amplios de la ejecución técnica. *El Objective Structured Assessment of Technical Skill* constituye una referencia para la evaluación estructurada de habilidades procedimentales y ha sido utilizado como base para desarrollar herramientas de valoración del desempeño técnico [17]. Estos instrumentos pueden complementarse con medidas como el tiempo de ejecución, el éxito del procedimiento y la presencia de errores relevantes [7,16].

Asimismo, la percepción de los participantes acerca del modelo utilizado puede aportar información complementaria sobre su utilidad educativa. La valoración del realismo anatómico, la sensación tactil de los tejidos, la facilidad para reconocer las estructuras y la utilidad percibida del entrenamiento permite conocer aspectos del modelo que no quedan reflejados exclusivamente mediante las mediciones de desempeño [5,8].

Si bien existen antecedentes sobre la utilización de modelos porcinos para el entrenamiento de cricotirotomía, resulta de interés evaluar su aplicación en alumnos de anestesiología sin experiencia clínica previa en el procedimiento y analizar no solo la adquisición inicial de habilidades, sino también su retención luego de un período sin práctica y la percepción de los participantes respecto del modelo.

En función de lo expuesto, se plantearon en el presento trabajo los objetivos indicados a continuación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el modelo porcino como recurso de simulación para el entrenamiento en cricotiroidotomía, así como su capacidad para promover la adquisición y retención de habilidades críticas en el manejo de la vía aérea.

Objetivos específicos

1. Evaluar la adquisición inicial de habilidades técnicas en cricotirotomía mediante entrenamiento en modelo porcino.

2. Analizar la retención de las habilidades adquiridas a los tres meses.
3. Describir la percepción de los participantes sobre el realismo y la utilidad educativa del modelo mediante escala *Likert.*
4. Analizar la factibilidad del modelo porcino como recurso formativo para entrenamiento en el posgrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo y analítico en el Centro de Simulación de la Asociación Rosarina de Anestesia, Analgesia y Reanimación, entre mayo y agosto de 2026. El estudio comprendió una instancia inicial de entrenamiento, evaluación y una reevaluación realizada tres meses después, destinada a valorar la retención de las habilidades adquiridas.

Participaron 20 alumnos de la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología de la Universidad Nacional de Rosario, pertenecientes a primero, segundo, tercero y cuarto año de formación. Se incluyeron alumnos que aceptaron participar voluntariamente y no tenían experiencia clínica previa en la realización de cricotirotomía.

Se preservó la confidencialidad de la información, la identidad de los participantes y todos los alumnos firmaron el correspondiente consentimiento informado antes de su incorporación al estudio.

Se desarrolló un taller teórico-práctico de cricotirotomía. Inicialmente se realizó un módulo teórico en el que se revisaron las indicaciones del procedimiento, la anatomía relevante y los pasos fundamentales para su correcta ejecución. Posteriormente, los participantes realizaron una práctica supervisada con retroalimentación inmediata y repetición enfocada en corregir errores específicos logrando así práctica con supervisión directa utilizando tráqueas porcinas preparadas como modelo de simulación. El entrenamiento incluyó un mínimo de cuatro intentos de cricotirotomía por participante.

Las tráqueas porcinas fueron obtenidas de un frigorífico local y utilizadas exclusivamente como material de simulación. Para la realización de la técnica se empleó instrumental quirúrgico estándar compuesto por bisturí N.º 10 y tubo endotraqueal N.º 5,5, guía de *Eschmann*, jeringa de 10ml y una bolsa válvula mascarilla. El taller fue desarrollado bajo la supervisión de los anestesiólogos: Dra. Liliana Vaula y Dr. Rodrigo Corones.

Finalizado el entrenamiento se realizó una evaluación inicial del desempeño técnico. Se utilizó un listado estructurado de pasos críticos *(checklist)*, una escala de valoración global

(Global Rating Scale, GRS), el tiempo total de ejecución, el éxito del procedimiento y el número de errores relevantes. Asimismo, los participantes completaron una escala tipo Likert destinada a valorar su percepción acerca del realismo y la utilidad educativa del modelo porcino [8]. A continuación, se detalla cada una de las herramientas utilizadas.

El *checklist* tenía un puntaje total posible que oscila entre 0 y 5 puntos, considerándose desempeño técnico adecuado la obtención de un puntaje mayor o igual a 4 puntos y estaba compuesto por cinco pasos críticos de la cricotirotomía, evaluados de manera dicotómica como cumplido (1 punto) o no cumplido (0 puntos):

1. identificación correcta de la membrana cricotiroidea.
2. realización de la incisión en el sitio correcto.
3. mantenimiento del plano anatómico adecuado sin generación de una falsa vía.
4. introducción correcta del tubo endotraqueal.
5. verificación de la permeabilidad del acceso.

La calidad global de la ejecución se valoró mediante una *GRS* compuesta por cinco dimensiones:

1. respeto por los planos anatómicos.
2. manejo del instrumental.
3. fluidez técnica.
4. control del campo operatorio.
5. secuencia lógica del procedimiento con seguridad general de ejecución.

Cada dimensión se calificó de 1 a 5 puntos, donde 1 correspondió a desempeño deficiente, 2 a desempeño insuficiente, 3 a desempeño aceptable, 4 a buen desempeño y 5 a desempeño excelente. El puntaje total posible oscila entre 5 y 25 puntos.Se consideró desempeño insuficiente un puntaje menor de 15, aceptable entre 15 y 22 y excelente entre 23 y 25 puntos [8].

La percepción de los participantes respecto del modelo porcino se evaluó mediante una escala tipo Likert de cinco puntos, en la que 1 correspondió a “totalmente en desacuerdo”, 2 a “en desacuerdo”, 3 a “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 4 a “de acuerdo” y 5 a “totalmente de acuerdo”. El instrumento incluyó siete afirmaciones relacionadas con la reproducción de

la anatomía de la vía aérea, la resistencia y sensación de los tejidos, la facilidad para identificar referencias anatómicas, la confianza para realizar una cricotirotomía, la comprensión de la secuencia técnica, la utilidad del modelo para la formación en anestesiología y la recomendación de su utilización en futuros entrenamientos [8]. El puntaje total posible oscila entre 7 y 35 puntos. Se consideró percepción positiva baja un puntaje menor de 21, moderada entre 21 y 27 y alta entre 28 y 35 puntos.

El tiempo total de ejecución se registró en segundos. El cronometraje se inició en el momento en que el participante disponía del material necesario para realizar la cricotirotomía y finalizó luego de la introducción del tubo endotraqueal, el inflado del balón y la verificación de la permeabilidad del acceso mediante ventilación con bolsa reservorio. El resultado del procedimiento se clasificó como éxito o no éxito.

Se registró el número de errores relevantes observados durante la ejecución, los cuales son: la realización de la incisión en un sitio incorrecto, la generación de una falsa vía y el incumplimiento de la secuencia técnica establecida.

Además, se registraron las siguientes variables: edad, sexo biológico y año de formación en la especialidad.

Para evaluar la retención de las habilidades adquiridas, los participantes fueron reevaluados tres meses después del entrenamiento inicial. En esta segunda instancia se reprodujeron el mismo escenario de simulación, el instrumental y la metodología de evaluación utilizados en la evaluación inicial.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se presentan mediante frecuencias absolutas y relativas porcentuales. Las variables cuantitativas se reumen mediante media, desvío estándar y rango, expresado como valores mínimo y máximo. Para la comparación de las mediciones obtenidas en la evaluación inicial y en la reevaluación a los tres meses se utilizaron pruebas no paramétricas según el tipo de variable analizada: *test* de *Wilcoxon y de Mc Nemar*. Se consideró estadísticamente significativo un valor de p menor de 0,05. El procesamiento de los datos se realizó mediante el programa *R Core Team* (2026). [18]

La investigación se desarrolló exclusivamente en un ámbito de simulación, sin intervención sobre pacientes ni utilización de animales vivos; el material biológico empleado consistió en tráqueas porcinas obtenidas de un frigorífico local. El trabajo contó la autorización de la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología de la Universidad Nacional de Rosario para la participación de los estudiantes.

RESULTADOS

Participaron 20 alumnos, con una edad media de 28,6 ± 2,2 años (rango: 26-33). Catorce participantes (70%) fueron de sexo masculino y seis (30%) de sexo femenino. Según el año de formación, seis pertenecían a primer año, cinco a segundo, seis a tercero y tres al cuarto año.

En la evaluación inmediatamente posterior al entrenamiento, los 20 participantes lograron realizar con éxito la cricotirotomía. El tiempo medio de ejecución fue de 66,5 ± 24,2 segundos. A los tres meses, el 100% de los participantes completar con éxito el procedimiento; sin embargo, el tiempo medio aumentó a 83,5 ± 38,63 segundos. Este incremento fue estadísticamente significativo (p = 0,002).

El número de errores críticos fue 5 en la evaluación inicial disminuyendo a 2 a los 3 meses.

Todos los participantes obtuvieron un puntaje igual o superior a 4 puntos en ambas evaluaciones del *checklist*, considerado previamente como desempeño técnico adecuado **(Tabla 1).**

Tabla 1- Características del *Checklist* de pasos críticos.

	T1	*T2*	
	(N=20)	*(N=20)*	*P-value*
***C1 Membrana**, n (%)*	*20 (100.0%)*	*20 (100.0%)*	*--*
***C2 Incision**, n (%)*	*20 (100.0%)*	*20 (100.0%)*	*--*
***C3 Plano_anatomico**, n (%)*	*18 (90.0%)*	*18 (90.0%)*	*1.0000[1]*
***C4 Tubo**, n (%)*	*20 (100.0%)*	*20 (100.0%)*	*--*
***C5 Permeabilidad**, n (%)*	*17 (85.0%)*	*20 (100.0%)*	*--*
***Puntaje total del checklist**, n (%)*			*0.1797[1]*
4	*5 (25.0%)*	*2 (10.0%)*	
5	*15 (75.0%)*	*18 (90.0%)*	

[1]Test de Mc Nemar.

La calidad global del procedimiento, evaluada mediante la *GRS*, mostró una mejoría a los tres meses. El puntaje medio aumentó de 19,2 ± 3,66 puntos en la evaluación inicial a 22,0 ± 3,78 puntos en la reevaluación, diferencia que resultó estadísticamente significativa (p = 0,002). Diecisiete de los 20 participantes mejoraron su puntaje global, dos lo mantuvieron y uno presentó una disminución.

En la evaluación inicial, cinco participantes presentaron un desempeño clasificado como excelente según la *GRS*, 13 como aceptable y dos como insuficiente. A los tres meses, 12 participantes presentaron desempeño excelente, siete aceptable y uno insuficiente. (**Tabla 2).**

Tabla 2 –Dimensiones y puntajes de la *GRS.*

	T1	*T2*	
	(N=20)	*(N=20)*	*P-value*
***GRS A Planos**, n (%)*			*0.0009*[1]
2	*0 (0.0%)*	*1 (5.0%)*	
3	*6 (30.0%)*	*0 (0.0%)*	
4	*11 (55.0%)*	*6 (30.0%)*	
5	*3 (15.0%)*	*13 (65.0%)*	
***GRS B Instrumental**, n (%)*			*0.0967*[1]
2	*0 (0.0%)*	*1 (5.0%)*	
3	*5 (25.0%)*	*1 (5.0%)*	
4	*9 (45.0%)*	*6 (30.0%)*	
5	*6 (30.0%)*	*12 (60.0%)*	
***GRS C Fluidez**, n (%)*			*0.0019*[1]
2	*2 (10.0%)*	*1 (5.0%)*	
3	*7 (35.0%)*	*1 (5.0%)*	
4	*8 (40.0%)*	*7 (35.0%)*	
5	*3 (15.0%)*	*11 (55.0%)*	
***GRS D Campo**, n (%)*			*0.0156*[1]
2	*2 (10.0%)*	*0 (0.0%)*	
3	*3 (15.0%)*	*2 (10.0%)*	
4	*10 (50.0%)*	*9 (45.0%)*	
5	*5 (25.0%)*	*9 (45.0%)*	
***GRS E secuencia/seguridad**, n (%)*			*0.0176*[1]
2	*1 (5.0%)*	*2 (10.0%)*	
3	*8 (40.0%)*	*2 (10.0%)*	
4	*6 (30.0%)*	*5 (25.0%)*	
5	*5 (25.0%)*	*11 (55.0%)*	

	T1 *(N=20)*	*T2* *(N=20)*	*P-value*
Puntaje GRS total			*0.0007*[1]
Promedio (DE)	*19.2 (3.66)*	*22.0 (3.78)*	
Rango	*12.0, 25.0*	*11.0, 25.0*	

[1]*Test de Wilcoxon.*

La percepción de los participantes sobre el modelo porcino fue favorable. El puntaje medio de la escala *Likert* fue de 32,8 ± 1,33 puntos sobre un máximo de 35 (rango: 30-35). Los 20 participantes se ubicaron dentro de la categoría de percepción positiva alta respecto del realismo y la utilidad educativa del modelo **(Tabla 3).**

Tabla 3 –Dimensiones de la Escala tipo *Likert*

	Total *(N=20)*
***Likert 1 Anatomía**, n (%)*	
4	*8 (40.0%)*
5	*12 (60.0%)*
***Likert 2 Sensación tisular**, n (%)*	
4	*7 (35.0%)*
5	*13 (65.0%)*
***Likert 3 Referencias anatómicas**, n (%)*	
4	*1 (5.0%)*
5	*19 (95.0%)*
***Likert 4 Confianza**, n (%)*	
3	*1 (5.0%)*
4	*1 (5.0%)*
5	*18 (90.0%)*
***Likert 5 Comprensión**, n (%)*	
4	*1 (5.0%)*
5	*19 (95.0%)*

	Total (N=20)
***Likert 6 Utilidad**, n (%)*	
4	*15 (75.0%)*
5	*5 (25.0%)*
***Likert 7 Recomendaría**, n (%)*	
3	*2 (10.0%)*
4	*6 (30.0%)*
5	*12 (60.0%)*
Puntaje Likert total	
Promedio (DE)	*32.8 (1.33)*
Rango	*30.0, 35.0*

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que el entrenamiento de cricotirotomía mediante un modelo porcino permitió alcanzar un elevado desempeño técnico en residentes de anestesiología sin experiencia clínica previa en el procedimiento. Todos los participantes lograron realizar con éxito la cricotirotomía inmediatamente después del entrenamiento y volvieron a establecer una vía aérea permeable en la reevaluación realizada aproximadamente tres meses después. Asimismo, el mantenimiento de puntajes elevados en el *checklist* y la mejoría observada en la *GRS* sugieren una adecuada retención de los componentes técnicos de la habilidad durante el período estudiado.

Estos hallazgos son concordantes con trabajos previos que han demostrado la utilidad de modelos porcinos para el entrenamiento de la cricotirotomía. Añez Simón y colaboradores evaluaron un taller realizado con tráquea porcina y observaron una mejora progresiva del desempeño a medida que se repetía el procedimiento, con reducción del tiempo necesario para completar la técnica [8]. Esta observación apoya la importancia de la práctica repetida en la adquisición inicial de habilidades procedimentales.

En el presente estudio, sin embargo, el tiempo de ejecución aumentó significativamente a los tres meses, pasando de 66,5 a 83,5 segundos. Este hallazgo podría sugerir inicialmente un deterioro del desempeño; sin embargo, debe interpretarse junto con las demás variables

evaluadas. A pesar del incremento del tiempo, el puntaje de la GRS mejoró significativamente, todos los participantes mantuvieron un *checklist* adecuado y el número de errores relevantes disminuyó numéricamente.

La asociación entre un mayor tiempo de ejecución y una mejor valoración técnica constituye un hallazgo de interés. Una posible interpretación es que, después de tres meses sin práctica, los participantes hayan realizado la técnica de forma más deliberada y cuidadosa, prestando mayor atención a los planos anatómicos, al manejo del instrumental y a la secuencia del procedimiento. Sin embargo, el diseño del estudio no permite establecer la causa del aumento del tiempo, por lo que esta explicación debe considerarse una hipótesis. Estos resultados sugieren que la velocidad de ejecución no debería utilizarse de manera aislada para valorar la competencia técnica.

La retención observada a los tres meses resulta relevante en relación con la evidencia previa. *Legoux* y colaboradores, en una revisión sistemática sobre retención de habilidades procedimentales críticas después del entrenamiento mediante simulación, observaron que las destrezas adquiridas pueden deteriorarse progresivamente durante los meses subsiguientes a la capacitación [14]. Sin embargo, las habilidades demostradas inmediatamente después del taller se mantuvieron globalmente durante el período de seguimiento.

Nielsen y colaboradores evaluaron específicamente la retención de habilidades de cricotirotomía de emergencia luego de un programa de simulación y encontraron deterioro del desempeño durante los meses posteriores a la capacitación [16]. En nuestro estudio, en cambio, el puntaje global de la *GRS* fue mayor en la evaluación realizada a los tres meses. Las diferencias entre ambos estudios podrían relacionarse con las características de las poblaciones, los modelos utilizados, la modalidad de entrenamiento y los instrumentos de evaluación, por lo que la comparación debe realizarse con cautela.

Por otra parte, *Bielka* y colaboradores evaluaron la eficacia y retención del entrenamiento mediante simulación de vía aérea difícil en anestesiólogos y observaron persistencia de las mejoras adquiridas durante los siguientes períodos a la capacitación [15]. Si bien su trabajo evaluó un conjunto más amplio de competencias relacionadas con el manejo de la vía aérea, sus resultados apoyan la posibilidad de mantener habilidades adquiridas mediante simulación durante varios meses.

Un aspecto relevante del presente estudio fue que todos los participantes mantuvieron un puntaje adecuado en el *checklist* durante la reevaluación. Sin embargo, uno de ellos presentó

una disminución marcada del puntaje de la *GRS*, aunque finalmente consiguió establecer una vía aérea permeable. Este hallazgo pone de manifiesto que definir el desempeño exclusivamente mediante el éxito final del procedimiento puede resultar insuficiente. La utilización conjunta del *checklist,* la *GRS* y el registro de errores permitió identificar diferencias en la calidad y seguridad de la ejecución que no hubieran sido evidentes mediante una variable dicotómica de éxito o fracaso.

La percepción de los participantes respecto del modelo fue también ampliamente favorable. Todos obtuvieron puntuaciones correspondientes a una percepción positiva alta. Estos resultados son concordantes con experiencias previas que han señalado la utilidad de modelos porcinos como recurso para el entrenamiento de cricotirotomía [8,12,13]. Pandian y colaboradores demostraron además la factibilidad de utilizar un modelo porcino como herramienta de entrenamiento al compararlo con un simulador robótico [13].

Desde el punto de vista educativo, la posibilidad de utilizar un recurso accesible adquiere particular importancia para una técnica de muy baja frecuencia clínica. El empleo de tráqueas porcinas permitió que cada residente realizara múltiples intentos y experimentara la manipulación de tejidos biológicos sin exponer a pacientes a los riesgos propios del proceso de aprendizaje. Los resultados obtenidos sugerirían que este modelo puede incorporarse de manera factible a programas de formación de residentes de anestesiología.

El presente estudio presenta algunas limitaciones. El tamaño de la muestra fue reducido y correspondió a residentes de una única carrera de formación, lo que limita la generalización de los hallazgos. No se contó con una medición objetiva previa al entrenamiento, por lo que no fue posible determinar la magnitud del aprendizaje respecto de una situación basal. Asimismo, el seguimiento se limitó a aproximadamente tres meses, por lo que no puede establecerse cuánto tiempo persistirían las habilidades después de dicho período. La percepción del realismo y la utilidad del modelo correspondió, además, a una valoración subjetiva realizada por los propios participantes.

A pesar de estas limitaciones, el mantenimiento del éxito técnico, los elevados puntajes del *checklist*, la mejoría de la calidad global de ejecución y la elevada aceptación del modelo respaldarían su utilización como herramienta educativa. El incremento observado en el tiempo de ejecución, sin deterioro concomitante de la calidad técnica global, destaca además la conveniencia de evaluar la competencia mediante múltiples dimensiones y no exclusivamente por la velocidad con la que se completa el procedimiento

CONCLUSIÓN

El entrenamiento de cricotirotomía mediante un modelo porcino resultaría una estrategia factible y útil en residentes de anestesiología sin experiencia clínica previa en el procedimiento. Esto se respaldaría en el hecho que todos los participantes lograron completar con éxito la técnica tanto inmediatamente después del entrenamiento como a los tres meses, mantuvieron un desempeño adecuado según el *checklist* y, en términos generales, mostraron una mejor calidad global de ejecución en la reevaluación, aunque emplearon un tiempo significativamente mayor. La elevada percepción positiva del modelo y la conservación de las habilidades adquiridas respaldaría su utilización como recurso de simulación para el entrenamiento de un procedimiento crítico y de baja frecuencia, si bien se requieren estudios con mayor número de participantes y períodos de seguimiento más prolongados para establecer la duración de esta retención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. Br J Anaesth. 2015;115(6):827-48. doi:10.1093/bja/aev371.

2.Langvad S, Hyldmo PK, Nakstad AR, Vist GE, Sandberg M. Emergency cricothyrotomy: a systematic review. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2013;21:43. doi:10.1186/1757-7241-21-43.

3.Komasawa N, Berg BW. Simulation-based airway management training for anesthesiologists: a brief review of its essential role in skills training for clinical competency. J Educ Perioper Med. 2017;19(4):E617.

4.Mawyin-Muñoz CE, Salmerón-Escobar FJ, Hidalgo-Acosta JA, Calderon-León MF. Medical simulation: an essential tool for training, diagnosis, and treatment in the 21st century. BMC Med Educ. 2025;25:1019. doi:10.1186/s12909-025-07610-z.

5.Zhou Y, Gao H, Wang Q, Zhi J, Liu Q, Xia W, et al. Impact of simulation-based training on bougie-assisted cricothyrotomy technique: a quasi-experimental study. BMC Med Educ. 2024;24(1):356.

6.Asselin M, Lafleur A, Labrecque P, Pellerin H, Tremblay MH, Chiniara G. Simulation of adult surgical cricothyrotomy for anesthesiology and emergency medicine residents: adapted for COVID-19. MedEdPORTAL. 2021;17:11134. doi:10.15766/mep_2374-8265.11134.

7.Yaş SC, Altıntaş E, Keleş A, Demircan A. Comparison of bougie-guided cricothyrotomy and traditional cricothyrotomy techniques in an obese 3D-printed surgical airway manikin: a randomized controlled study. BMC Anesthesiol. 2024;24(1):403. doi:10.1186/s12871-024-02800-6.

8.Añez Simón C, Serrano Gonzalvo V, Carrillo Luna LH, Farré Nebot V, Holgado Pascual CM; Grupo de Investigación ANESTARRACO (IISPV). Resultados de un taller de cricotiroidotomía quirúrgica con un modelo de tráquea de cerdo. Rev Esp Anestesiol Reanim. 2018;65(10):569-576. doi:10.1016/j.redar.2018.09.003.

9.Wray A, Khan F, Ray J, Rowe R, Boysen-Osborn M, Wiechmann W, et al. Comparison of the bleeding cricothyrotomy model to SimMan for training students and residents emergency cricothyrotomy. J Adv Med Educ Prof. 2019;7(3):144-148. doi:10.30476/JAMP.2019.74895.

10.Calvo A, Ibanez Esteve C, Varela V, Gomez-Lopez L, Perdomo JM, Berge R, et al. Design, application and evaluation of a cricothyrotomy model for a multidisciplinary simulation: an observational single centre study. Educ Med. 2021;22(5):305-310. doi:10.1016/j.edumed.2020.12.003.

11.Vega Rivera F, Xacur Trabulce A, Casas G, Zamora Duarte LM. Applicability of a low-cost, medium-fidelity simulation model to develop surgical skills in emergency airway management. Cureus. 2026;18(2):e104320. doi:10.7759/cureus.104320.

12.Spencer Netto FAC, Zacharias P, Cipriani RFF, Constantino MM, Cardoso M, Pereira RA. A porcine model for teaching surgical cricothyroidotomy. Rev Col Bras Cir. 2015;42(3):193-196. doi:10.1590/0100-69912015003012.

13.Pandian V, Leeper WR, Jones C, et al. Comparison of surgical cricothyroidotomy training: a randomized controlled trial of a swine model versus an animated robotic manikin model. BMJ Trauma Surg Acute Care Open. 2020;5(1):e000431. doi:10.1136/tsaco-2019-000431.

14.Legoux C, Gerein R, Boutis K, Barrowman N, Plint A. Retention of critical procedural skills after simulation training: a systematic review. AEM Educ Train. 2021;5:1-12. doi:10.1002/aet2.10536.

15.Bielka K, Kuchyn I, Fomina H, Khomenko O, Kyselova I, Frank M. Difficult airway simulation-based training for anaesthesiologists: efficacy and skills retention within six months. BMC Anesthesiol. 2024;24(1):44. doi:10.1186/s12871-024-02423-x.

16.Nielsen MS, Raben-Levetzau FN, Andersen SAW, Wennervaldt K, Konge L, Nielsen AB. Retention of emergency cricothyroidotomy skills: a multicenter randomized controlled trial. AEM Educ Train. 2023;7:e10900. doi:10.1002/aet2.10900.

17.Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. Br J Surg. 1997;84(2):273-8.

18.R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2026.