

VALORACIÓN ECOGRÁFICA DE LA UBICACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL
EN PACIENTES DE CIRUGÍA DE URGENCIA, ELECTIVA Y UCI

LIZETTE BENAVIDES VILLAMIZAR

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA
POSGRADO DE ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN
BUCARAMANGA

2019

VALORACIÓN ECOGRÁFICA DE LA UBICACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL
EN PACIENTES DE CIRUGÍA DE URGENCIA, ELECTIVA Y UCI

LIZETTE BENAVIDES VILLAMIZAR

Tesis para optar por el Título
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN

Director:

HÉCTOR HUGO TORRES WILCHES M.D. MSC

Esp. Anestesiología y Reanimación

MSc. Epidemiología

Codirector y Asesor Epidemiológico:

HÉCTOR JULIO MELÉNDEZ FLÓREZ M.D. MSC

Esp. Anestesiología y Reanimación

Esp. Medicina Crítica y Cuidado Intensivo

MSc. Epidemiología

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE SALUD

ESCUELA DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

POSGRADO DE ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN

BUCARAMANGA

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mi madre y mi padre, que por su apoyo incondicional me han permitido lograr todas mi metas propuestas. Así mismo, quiero dedicárselo de manera especial a mi abuela, quien ha sido mi ejemplo de vida, enseñándome como de manera correcta, honrada y noble se puede luchar por nuestros sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros por su ayuda en la fase de recolección de datos, así mismo a mis profesores por su apoyo y asesoría durante todo el desarrollo del presente trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
1.2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	20
3.1. TÉCNICA ULTRASONOGRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL SEGÚN EXAMEN PLUS	24
3.2. PREDICCIÓN DE ESTRIDOR POS-EXTUBACIÓN CON LA MEDICIÓN DE LA COLUMNA DE AIRE EN LA VENTANA TIROIDEA	26
4. OBJETIVOS	28
4.1. OBJETIVO GENERAL	28
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
5. METODOLOGÍA	29
5.1. TIPO DE ESTUDIO	29
5.2. VARIABLES	29
5.2.1. Variables de resultado.	29
5.2.2. Variables explicatorias.	29
5.2.3. Variables independientes. Ver Anexo A.	29
5.3. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	30
5.4. POBLACIÓN	30
5.4.1. Población de Referencia.	30

5.4.2. Población Blanco.	30
5.4.3. Población Elegible.	30
5.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	31
6. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DISPOSICIONES VIGENTES	32
7. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD	34
8. EJECUCION DEL TRABAJO Y RESULTADOS	36
8.1. MANEJO DE LOS PACIENTES	36
8.2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	37
8.3. RESULTADOS	38
8.3.1. Características generales de los pacientes.	39
8.3.2. Posicionamiento del tubo endotraqueal según examen PLUS.	40
8.3.3. Posicionamiento del tubo endotraqueal según tipo de servicio y personal que realiza procedimiento.	41
8.3.4. Correlación clínico-radiológica y ecográfica.	42
8.3.5. Correlación de posicionamiento del tubo endotraqueal según distancia a comisura labial encontrada y predicha.	42
8.3.6. Evaluación de Sensibilidad y Especificidad del posicionamiento del TET por examen PLUS y DCL.	49
8.3.7. Análisis Bland y Altman de DCL entre los métodos (Observada y predicha).	50
8.3.8. Factores asociados a mal posicionamiento del tubo endotraqueal.	55
8.3.9. Estridor post-extubación y predicción con ecografía.	55
9. DISCUSIÓN	57
10. CONCLUSIONES	62
11. DIVULGACIONES	64
12. PRESUPUESTO	65
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de los Grupos	38
Tabla 2. Características generales	39
Tabla 3. Resultados Generales según examen PLUS	40
Tabla 4. Correcta posición del TET por ultrasonografía según tipo de servicio y personal que realiza intubación	41
Tabla 5. Posición del TET y forma de verificación	42
Tabla 6. Distancia real y predicha - Coeficientes de correlación	43
Tabla 7. Coeficientes de correlación entre DCL predicha y DCL medida según margen de error	44
Tabla 8. Evaluación de la Prueba de Referencia y DCL Predicha	48
Tabla 9. Evaluación de Prueba de Referencia y DCL en los dos escenarios	49
Tabla 10. Límites de acuerdo entre DCL Observada y Predicha en toda la población estudiada	51
Tabla 11. Límites de acuerdo entre DCL Observada y Predicha en toda la población con adecuado posicionamiento del TET	51
Tabla 12. Factores asociados a mal posicionamiento	55
Tabla 13. Estridor post-extubación en pacientes de UCI evaluado por ecografía	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Examen Ecográfico PLUS	25
Figura 2. Ventana Tiroidea – Visualización columna de aire	27
Figura 3. Histogramas de la distribución de la DCL	45
Figura 4. Regresión Distancia Comisura Labial: Predicha/Encontrada	46
Figura 5. Regresión Distancia Comisura Labial: Predicha/Observada (Analogía)	47
Figura 6. Curva ROC	50
Figura 7. Análisis Bland y Altman en Población General	52
Figura 8. Análisis Bland y Altman en el grupo de Mujeres	53
Figura 9. Análisis Bland y Altman en el grupo de Hombres	54

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Variables Independientes	73
Anexo B. Consentimiento Informado	75
Anexo C. Certificado de Buenas Prácticas	81
Anexo D. Flujograma de Manejo de Pacientes	82
Anexo E. Instrumento de recolección de datos	83
Anexo F. Certificado presentación evento internacional	85

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Fórmulas para calcular distancia a comisula labial	22
Cuadro 2. Criterios de examen PLUS.....	29

RESUMEN

TÍTULO: VALORACIÓN ECOGRÁFICA DE LA UBICACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL EN PACIENTES DE CIRUGÍA DE URGENCIA, ELECTIVA Y UCI*

AUTOR: LIZETTE BENAVIDES VILLAMIZAR**

PALABRAS CLAVE: Ultrasonografía, Ultrasonido, Manejo de la Vía Aérea, Intubación.

Antecedentes: La identificación correcta de la posición del tubo endotraqueal es un reto en el manejo de la vía aérea y su mal posicionamiento puede generar complicaciones pulmonares potencialmente graves. Los métodos actuales como la auscultación no tiene buena sensibilidad, y el “Gold Estándar” como lo es la radiografía de tórax y la fibrobroncoscopia no son costo-eficientes y pueden no estar disponibles de manera inmediata. Se plantea el uso del ultrasonido para la identificación del posicionamiento adecuado mediante el examen PLUS: “the Pulmonary tree and Lung expansion Ultrasound Study”.

Objetivos: Describir la ubicación del tubo endotraqueal evaluada ultrasonográficamente aplicando el examen ecográfico PLUS en pacientes de cirugía de urgencia, electiva y UCI. Describir concordancia entre práctica clínica y fórmulas predichas de distancia del tubo endotraqueal a comisura labial.

Materiales y Métodos: Estudio analítico de tipo corte transversal, aprobado por el comité de ética institucional. En un periodo de 18 meses, se incluyeron 345 pacientes adultos que fueran llevados a cirugía de urgencia o electiva, y pacientes hospitalizados en UCI. Se realizó medición ecográfica según técnica de examen PLUS.

Resultados: La incidencia de mal posicionamiento del tubo endotraqueal evaluado por ultrasonido aplicando el examen PLUS fue del 22.9% (IC 95% 18.4 – 27.4). No encontramos concordancia entre práctica clínica y fórmulas predichas para ubicación del tubo endotraqueal ($p < 0,005$, Test Pitman $> 0,79$). Los factores asociados a mal posicionamiento fueron: La intubación realizada por médico general, Cormack > 2 y una comisura labial diferente a la predicha.

Conclusiones: La evaluación ultrasonográfica mediante el examen PLUS, es una herramienta útil para evaluar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal. Su facilidad en la realización y riesgos mínimos, permite su aplicación en instituciones que posean ecógrafo, pues no implica costos adicionales y sería costo-eficiente al compararla con estudios como la radiografía de tórax.

*Trabajo de grado

**Universidad Industrial de Santander, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento de Cirugía, Posgrado de Anestesiología y Reanimación. Director: TORRES WILCHES, Héctor Hugo M.D. MSc. Codirector y Asesor Epidemiológico: MELÉNDEZ FLÓREZ, Héctor Julio M.D. MSc.

ABSTRACT

TITLE: ULTRASONOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE POSITION OF THE ENDOTRACHEAL TUBE IN EMERGENCY SURGERY, ELECTIVE SURGERY AND ICU PATIENTS*

AUTHOR: LIZETTE BENAVIDES VILLAMIZAR**

KEYWORDS: Ultrasonography, Ultrasound, Airway Management, Intubation.

Background: The correct identification of the position of the endotracheal tube is a challenge in the management of the airway and its poor positioning can generate potentially serious pulmonary complications. Current methods such as auscultation do not have good sensitivity, and "Standard Gold" such as chest x-ray and fiberoptic bronchoscopy are not cost-efficient and may not be available immediately. The use of ultrasound for the identification of adequate positioning through the PLUS examination is proposed: "the Pulmonary tree and Lung expansion Ultrasound Study".

Objectives: To describe the location of the endotracheal tube evaluated ultrasonographically applying the PLUS ultrasound examination in emergency surgery, elective surgery and ICU patients. Describe concordance between clinical practice and predicted distance formulas from the endotracheal tube to the labial commissure.

Materials and Methods: Cross-sectional analytical study, approved by the institutional ethics committee. In a period of 18 months, 345 adult patients were included who were taken to emergency or elective surgery, and patients hospitalized in ICU. Ultrasound measurement was performed according to the PLUS examination technique.

Results: The incidence of poor positioning of the endotracheal tube evaluated by ultrasound applying the PLUS test was 22.9% (95% CI 18.4 - 27.4). We did not find concordance between clinical practice and predicted formulas for endotracheal tube placement ($p < 0.005$, Pitman test > 0.79). The factors associated with poor positioning were: intubation performed by a general practitioner, Cormack > 2 , and a labial commissure different from the one predicted.

Conclusions: The ultrasonographic evaluation through the PLUS exam is a useful tool to evaluate the proper positioning of the endotracheal tube. Its ease of implementation and minimal risks, allows its application in institutions that have an ultrasound, because it does not imply additional costs and would be cost-efficient when compared with studies such as chest radiography.

*Degree Paper

**Universidad Industrial de Santander, Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Departamento de Cirugía, Posgrado de Anestesiología y Reanimación. Director: TORRES WILCHES, Héctor Hugo M.D. MSc. Codirector y Asesor Epidemiológico: MELÉNDEZ FLÓREZ, Héctor Julio M.D. MSc.

INTRODUCCIÓN

La intubación traqueal es un procedimiento que puede ser requerido y realizado por personal médico y paramédico, y la correcta posición del tubo endotraqueal (TET) no solo consiste en lograr que el tubo quede en la luz de la tráquea, sino que debe quedar a una distancia prudente de las cuerdas vocales, evitando la extubación accidental y la intubación bronquial. Se ha descrito, sin embargo, que aún en intubaciones realizadas por anestesiólogos, considerados como los expertos en el manejo de la vía aérea, la intubación bronquial correspondió al 2% en adultos y 4% en niños, de los casos de reclamos por eventos adversos relacionados con el manejo de la vía aérea, según el reporte de la Asociación Americana de Anestesiología^{2, 12, 19}.

El mal posicionamiento resultando en una intubación endobronquial puede generar complicaciones potencialmente graves como hipoxemia, atelectasia, hiperinsuflación, barotrauma e infecciones pulmonares si no se diagnostica temprano. Por lo tanto, la adecuada colocación y posicionamiento del tubo endotraqueal se convierte en un pilar fundamental de la práctica del anestesiólogo²⁴.

Existen muchos métodos para verificación de la intubación traqueal, entre ellos se incluyen los métodos clínicos, imagenológicos, el capnógrafo, el fibrobroncoscopio y el ultrasonido (US). La auscultación ha sido el método estándar para determinar la intubación traqueal exitosa, aunque al usarlo como técnica para distinguir entre la intubación endotraqueal y endobronquial ha demostrado ser poco confiable, con una sensibilidad de sólo el 60 al 66%. Otros métodos actuales y más precisos para determinar la correcta posición del tubo endotraqueal son la radiografía de tórax y la fibrobroncoscopia, pero no son prácticos ni están disponibles inmediatamente^{1, 11, 14, 26}.

En contraste, el ultrasonido ha tenido un gran impacto al ser usado como herramienta diagnóstica y terapéutica por parte del anesthesiologo en los últimos años, su capacidad para ser portable, de fácil uso, rápido acceso, seguro y no invasivo, lo convierten en una gran alternativa para resolver preguntas en múltiples áreas dentro y fuera del quirófano durante la práctica clínica. No obstante, la evidencia actual acerca del uso del ultrasonido para determinar la correcta posición del tubo endotraqueal dentro de la tráquea es limitada. Existen dos estudios clásicos que reportan el valor del ultrasonido para confirmar ubicación del tubo endobronquial con alta sensibilidad y especificidad^{13, 18, 23, 26, 35}.

Con estos antecedentes y últimos reportes del uso del ultrasonido, nosotros nos realizamos la siguiente pregunta de investigación.

1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Utilizando la ultrasonografía como método diagnóstico, cuál es la incidencia de mal posicionamiento del tubo endotraqueal en pacientes quirúrgicos y de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario de Santander?

1.2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Utilizando el ultrasonido como método diagnóstico, la incidencia del mal posicionamiento del tubo endotraqueal encontrada en los pacientes quirúrgicos y de la UCI es mayor o igual que la reportada en la literatura.

2. JUSTIFICACIÓN

Debido a que el ultrasonido es un método seguro, de fácil uso y rápido acceso en nuestro entorno, podemos hacer uso del mismo como una herramienta diagnóstica y terapéutica para el manejo de la vía aérea, además permite realizar correcciones inmediatas y evitar complicaciones. Cabe resaltar, que no existen datos en nuestro medio sobre el mal posicionamiento del tubo endotraqueal.

La intubación endobronquial es un evento adverso del procedimiento, y puede llevar a múltiples complicaciones en el paciente, por lo que nace la necesidad de crear pruebas o equipos que permitan evaluar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal de manera rápida y sencilla por parte del médico tratante.

Actualmente no es costo-eficiente realizar fibrobroncoscopia o radiografía de tórax de rutina en todos los casos de intubación traqueal. Es por esto que se deben buscar medios diagnósticos alternativos para evaluar el correcto posicionamiento del tubo endotraqueal, para lo cual nosotros planteamos el uso del ultrasonido a nivel perioperatorio y en la Unidad de Cuidado Intensivo.

Saber la respuesta a nuestra pregunta de investigación permitirá justificar o no el uso del ultrasonido en el manejo de la vía aérea y nos ayudará a implementar el método diagnóstico para no tener complicaciones a futuro. Adicionalmente, este estudio aportará nueva información sobre el uso de la ultrasonografía en el manejo de la vía aérea, con el fin de generar y promover una práctica segura para el paciente. Igualmente, es un estudio que aporta a nivel educativo, puesto que favorece el entrenamiento en ecografía de vía aérea y pulmonar al grupo de posgrado de Anestesiología y Reanimación de la Universidad Industrial de Santander.

Finalmente, es importante destacar que el presente trabajo de investigación es innovador dado que en la actualidad no existe ningún estudio a nivel nacional e internacional similar.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

La intubación traqueal es un procedimiento de salvamento con la finalidad de asegurar la vía aérea y permitir la adecuada ventilación y oxigenación del paciente, el cual se lleva a cabo por los médicos en diferentes áreas, dentro y fuera del quirófano. El anestesiólogo es el profesional considerado experto en el manejo de la vía aérea, por lo que es una de las habilidades más importantes a adquirir y conlleva múltiples retos. Uno de ellos, es la identificación de la adecuada posición del tubo endotraqueal, puesto que un mal posicionamiento puede llevar a una intubación endobronquial, que genera complicaciones como hipoxemia, atelectasia, hiperinsuflación, barotrauma, y además puede conducir a infecciones pulmonares si no se diagnostica temprano^{12, 24}.

Según el reporte de los casos de reclamos por eventos adversos relacionados con el manejo de la vía aérea de la Asociación Americana de Anestesiología, la intubación selectiva representa menos del 2% de los reclamos por eventos respiratorios adversos en adultos y el 4% en niños, llevando en algunos casos a desenlaces fatales o daño cerebral en los pacientes, así mismo, el estudio de Monitoreo de Incidentes Australiano muestra que el 4% de los pacientes presentan problemas a nivel respiratorio por presencia de intubación endobronquial (Incluye población adulta y pediátrica), lo cual, confirma que el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal se convierte en un pilar fundamental de la práctica del anestesiólogo^{2, 19, 31}.

La intubación endobronquial inadvertida es un evento adverso del procedimiento, y puede llevar a múltiples complicaciones en el paciente. Así, este procedimiento no está libre de riesgos ni complicaciones, mostrando en algunas ocasiones ser un reto hasta para el personal más experto, por lo que nace la necesidad de crear

pruebas o equipos que permitan evaluar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal²⁴.

Existen diversos métodos de verificación de la intubación traqueal, entre ellos se incluyen los métodos clínicos (Auscultación de los sonidos respiratorios, observación de la expansión torácica simétrica, palpación del neumotaponador en la muesca supraesternal), fórmulas o distancias a comisura labial predichas para posicionamiento, métodos imagenológicos (Radiografía, tomografía), el capnógrafo, la visualización directa de la punta del tubo en relación con la carina a través de un fibrobroncoscopio y el ultrasonido^{1, 11, 14, 26, .}

La auscultación ha sido el método estándar para determinar la ubicación del tubo endotraqueal y es recomendado por instituciones como la AHA, sin embargo, al usarlo para distinguir entre la intubación endotraqueal y endobronquial, se han reportado publicaciones como la de Ramsingh et al. que presentan una baja sensibilidad del 66%^{22, 26}.

Al seguir la recomendación de ubicar el tubo en distancias fijas a la comisura labial (21 y 23 cm en mujeres y hombres respectivamente)²⁴, el estudio de Evron et al. encontró una incidencia de mal posicionamiento del 58.5%, siendo un evento adverso más frecuente en mujeres en comparación a los hombres según lo reportado por Schwartz et al. (61.9% vs. 38.1%)^{8, 27}, estos valores divergentes nos reafirman más el concepto que la correcta ubicación del tubo no debe guiarse por una simple recomendación y su predicción pudiera ser más compleja.

Por tal razón, se han publicado varios artículos en poblaciones de diferente origen étnico que relacionan la longitud de la vía aérea con la talla y tienen como objetivo determinar la distancia a comisura labial ideal para obtener un adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal, en los cuales, se reporta disminución del mal posicionamiento y mayor precisión en la ubicación correcta del TET. Las

fórmulas utilizadas son: La fórmula obtenida por Cherng en población taiwanesa, la fórmula de Chula utilizada por Techanivate et al. en población tailandesa, y la fórmula resultante del estudio de Varshney en población Hindú^{3, 32, 34}.

Cuadro 1. Fórmulas para calcular distancia a comisula labial

Autor	Fórmula propuesta
Cherng et al.	$(\text{talla [cm]} / 5) - 13$
Fórmula de Chula	$4 + (\text{talla} / 10) \text{ cm}$
Varshney et al.	$(\text{talla en cm} / 7) - 2.5$

En Colombia, en el 2016 se publicó un estudio realizado por Gómez et al.¹⁰, donde basados en la talla y sexo del paciente, y con uso del fibrobroncoscopio (Para garantizar la posición correcta a nivel traqueal, asignada como la punta del tubo endotraqueal a 3 cm de la carina), realizan mediciones y finalmente proponen una ecuación de regresión lineal para predecir la longitud de inserción óptima, obteniendo una correlación estadísticamente significativa entre la talla y la distancia con el uso de las fórmulas en comparación con las distancias fijas 21 cm y 23 cm del método tradicional, sugiriendo que predicen de manera confiable la longitud de inserción óptima.

En los últimos años, el ultrasonido ha generado un gran impacto al ser usado como herramienta diagnóstica y terapéutica por parte del anestesiólogo. Su capacidad para ser portable, de fácil uso, de rápido acceso, seguro y no invasivo, lo convierten en una gran alternativa para resolver preguntas en múltiples áreas dentro y fuera del quirófano durante la práctica clínica, entre ellas, en especial relevancia en el manejo y abordaje de la vía aérea^{18, 30, 33, 35}.

El uso de ultrasonido en la detección de la intubación fallida (esofágica), reportando sensibilidad y especificidad del 100% en pacientes adultos dentro del quirófano²¹, y sensibilidad del 100% con especificidad del 86% en pacientes sometidos a reanimación cardiopulmonar⁴, nos da evidencia para recomendar su uso como lo sugiere la AHA en reanimación²².

Otras situaciones, en las cuales la ultrasonografía tiene evidencia son^{6, 7, 23, 28, 35}:

- Mediciones dinámicas de la vía aérea para determinación del tamaño de tubos endotraqueales.
- Predictores de vía aérea difícil en pacientes con cuello desfavorable.
- Predicción de estridor pos-extubación en pacientes críticamente enfermos con la medición del diametro latero-lateral en la ventana tiroidea*. (Figura 2)
- Realización de técnicas transtraqueales (quirúrgicas) para asegurar la vía aérea.

En contraste, los datos acerca del uso del ultrasonido para determinar la correcta ubicación del tubo endotraqueal dentro de la tráquea son limitados. El estudio realizado por Kerforne et al¹³, ha sugerido la utilidad de la ecografía para distinguir entre la intubación endotraqueal y la endobronquial en cadáveres mediante el examen ultrasonográfico, en donde se observa la dilatación traqueal secundaria a la expansión del neumotaponador del tubo. En este caso, la dilatación de la tráquea durante el inflado del neumotaponador permitió la identificación de la intubación correcta con una sensibilidad del 90% y especificidad del 97%.

Otro estudio de precisión diagnóstica publicado en el 2016 por Ramsingh et al.²⁶, basado en el examen PLUS (the Pulmonary tree and Lung expansion Ultrasound Study) que consiste en la evaluación de la dilatación traqueal con el inflado del neumotaponador sumado a la valoración ultrasonográfica del deslizamiento pleural bilateral (Figura 1), mostró una sensibilidad del 93% con especificidad del 96% al usar el ultrasonido para la identificación del adecuado posicionamiento del tubo

endotraqueal, en comparación con la auscultación la cual fue del 66% y 59%, respectivamente. El método “gold standard” utilizado para garantizar la posición exacta del tubo endotraqueal durante el estudio fue el fibrobroncoscopio. Adicionalmente, la curva de aprendizaje para este técnica propuesta es de 50 exámenes ecográficos, mostrando una concordancia interobservador del 100%. Por lo tanto, se podría concluir que la ecografía se vuelve una opción segura, confiable, precisa, fácil y rápido uso para el diagnóstico del posicionamiento correcto del tubo endotraqueal. Pese a ello, se necesitan más estudios en pacientes para validar este examen ecográfico.

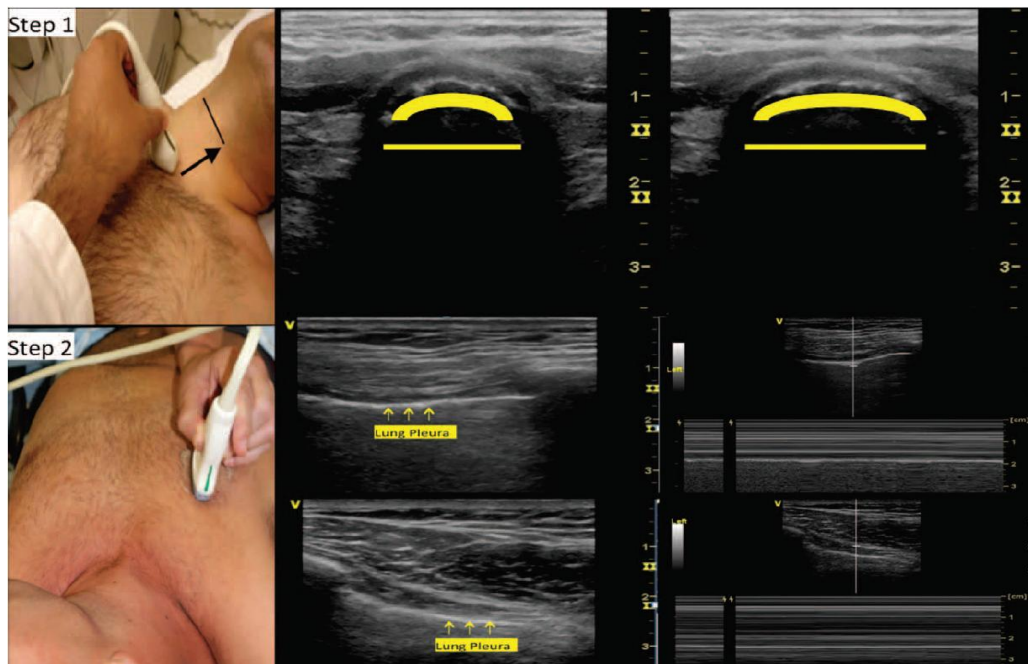
Finalmente, es importante recordar que los métodos Gold Standard para la verificación de la posición correcta del tubo endotraqueal a nivel traqueal son la fibrobroncoscopia y la radiografía de tórax^{1, 26, 34}.

3.1. TÉCNICA ULTRASONOGRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL SEGÚN EXAMEN PLUS

Para este tipo de técnica se requiere personal entrenado en ultrasonido pulmonar y vía aérea. Se utiliza un transductor lineal de alta frecuencia (6-13 MHz). La curva de aprendizaje planteada para este tipo de estudio (Examen PLUS) es de 50 exámenes ecográficos según lo indicado en el estudio original de Ramsingh²⁶.

El examen consiste inicialmente en la evaluación a nivel traqueal utilizando el transductor lineal, el cual, se coloca transversalmente en la cara anterior del cuello aproximadamente a 2cm de la escotadura supraesternal. La presencia o ausencia de dilatación traqueal se determina a través del inflado y desinflado del neumotaponador. El volumen de aire a utilizar en el neumotaponador es de 8 ml (Volumen estandarizado por el trabajo de Ramsingh). Para la correcta evaluación, se debe desinflar totalmente el neumotaponador, y posterior a ello, realizar la evaluación ecográfica a nivel traqueal con el inflado y desinflado del mismo.

Figura 1. Examen Ecográfico PLUS



Fuente: Ramsingh D, Frank E, Haughton R, Schilling J, Gimenez KM, Banh E, Rinehart J, Cannesson M. Auscultation versus Point-of-care Ultrasound to Determine Endotracheal versus Bronchial Intubation. *Anesthesiology*. 2016;124:1012-20.

Paso 1 - Evaluación de la dilatación traqueal: Sonda de ultrasonido colocada transversalmente a nivel anterior del cuello aproximadamente a 2 cm por encima de la escotadura supraesternal. El marcador para el manguito endotraqueal es la dilatación traqueal con el inflado del neumotaponador del tubo endotraqueal. “Las líneas curvas amarillas indican la curvatura anterior de la tráquea, y las líneas rectas amarillas corresponden al diámetro de la tráquea antes y después del inflado del balón”.

Paso 2 - Evaluación de deslizamiento pleural: Sonda de ultrasonido colocada verticalmente en el tórax anterior en el tercer espacio intercostal con línea medio-clavicular. Se evalúa primero hemitorax derecho y luego hemitórax izquierdo. El signo a evaluar es el deslizamiento pleural en cada hemitórax, que consiste en la imagen dinámica obtenida por el rozamiento de la pleura visceral sobre la parietal (Flecha amarilla señala línea hiperecogénica que corresponde a la unión de las pleuras), la cual, al observarse en modo M se conoce como el signo de “Orilla de playa” (La arena y el mar).

Cuando desaparece el deslizamiento pleural, se observa en modo M el signo de “Código de barras”.

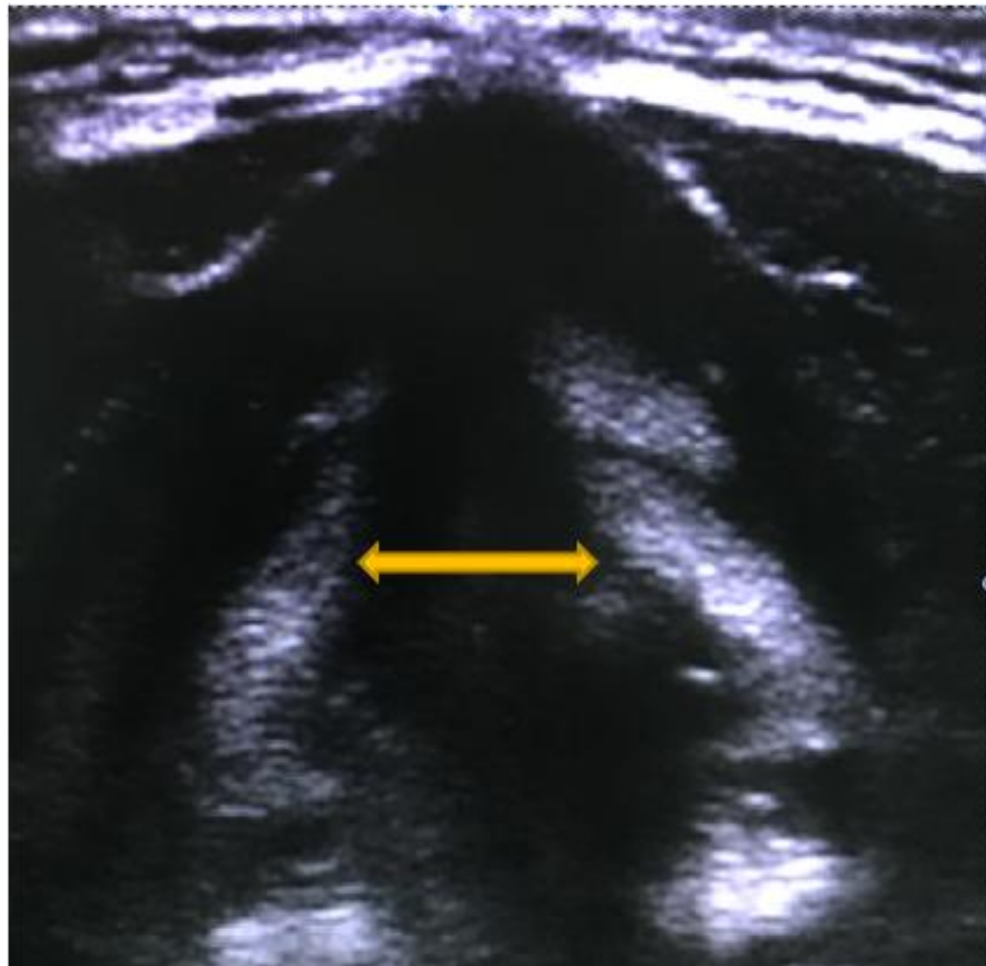
A continuación, se procede a realizar la evaluación a nivel pleural, por lo que se coloca el transductor sobre las paredes torácicas anteriores derecha e izquierda, aproximadamente en el tercer espacio intercostal con línea medio claviclar. Para determinar la presencia o ausencia del signo de deslizamiento pleural se utilizan los modos bidimensional y M.

3.2. PREDICCIÓN DE ESTRIDOR POS-EXTUBACIÓN CON LA MEDICIÓN DE LA COLUMNA DE AIRE EN LA VENTANA TIROIDEA

La ecografía puede ser una herramienta coadyuvante para identificar pacientes con intubación prolongada en las unidades de cuidado intensivo que se encuentran en riesgo de estridor posterior a la extubación, para lo cual, se propone la evaluación del diámetro latero-lateral de la columna de aire en la ventana tiroidea (Eje corto), en el cual un valor menor de 4,5 mm se puede considerar factor de riesgo para estridor según los resultados del estudio publicado por Ding et al⁷. Sin embargo, según las publicaciones actuales, se requieren estudios adicionales para definir el punto de corte ideal y poder determinar adecuadamente el valor del ultrasonido en la predicción del estridor de postextubación^{7, 23}.

La técnica para realizar esta medición requiere que el paciente permanezca en posición supina con el cuello libre e hiperextendido. El transductor a utilizar es el tipo lineal, el cual se coloca en eje corto sobre la vía aérea a nivel de la ventana tiroidea. Para evitar sesgos en la medición, se debe observar en la imagen ecográfica los siguientes componentes: Cuerdas vocales, cartílago tiroideo y cartílago aritenoides. La distancia a medir es la columna de aire que se forma entre las cuerdas vocales que corresponde al diámetro latero-lateral (Figura 2).

Figura 2. Ventana Tiroidea – Visualización columna de aire



*Flecha amarilla señala diametro latero-lateral (Columna de Aire).

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Describir la posición del tubo endotraqueal evaluada ultrasonográficamente en pacientes de cirugía de urgencia, electiva y UCI.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la incidencia de intubación endobronquial por ecografía.
- Describir la correcta posición del tubo según servicio (Cirugía y UCI) por ecografía.
- Describir la incidencia de mal posicionamiento del tubo endotraqueal según tipo de cirugía.
- Describir la incidencia de mal posicionamiento según personal que realiza la intubación traqueal.
- Determinar si existen diferencias significativas entre los pacientes con y sin correcta ubicación del tubo endotraqueal (Factores asociados a mal posicionamiento).
- Correlacionar la distancia del TET a la comisura labial con los hallazgos ecográficos a la correcta posición del TET.
- Correlacionar la evaluación del posicionamiento del TET entre examen clínico-auscultación y ecografía (Cirugía).
- Correlacionar la evaluación del posicionamiento del TET entre examen radiográfico y ecografía (UCI).
- Describir la medición de la columna de aire en el diámetro latero-lateral en la ventana tiroidea y correlacionar su medición con la presencia de estridor posextubación en los pacientes de UCI.

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio analítico de tipo corte transversal mediante la utilización de equipos de tecnología diagnóstica (Ultrasonografía).

5.2. VARIABLES

5.2.1. Variables de resultado. Posición correcta del tubo endotraqueal: Confirmado por examen ecográfico PLUS²⁶, definido como la suma de los resultados positivos en cada uno de los siguientes criterios evaluados.

Cuadro 2. Criterios de examen PLUS

Nº	Criterio evaluado	Resultado
1	Deformación de la tráquea durante inflado de neumotaponador	Positivo
2	Signo del deslizamiento pleural derecho	Positivo
3	Signo del deslizamiento pleural izquierdo	Positivo

5.2.2. Variables explicatorias. Examen ecográfico PLUS, definido previamente. Grupo de pacientes estudiados: Cirugía urgente, electiva y UCI.

5.2.3. Variables independientes. Ver Anexo A.

5.3. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Tomando como base que en estudios previos se ha reportado una incorrecta posición del tubo endotraqueal entre el 8% y el 20%^{1, 2, 9, 19} y calculando encontrar en nuestro estudio el valor promedio de lo reportado = 14%, nosotros calculamos el tamaño muestral bajo los siguientes parámetros:

- Nivel de confianza de 95%.
- Margen de error del 3%.
- Pérdidas del 10%.
- Total a recolectar: 343 pacientes a recolectar.
- Total a recolectar incluyendo pérdidas: 377 pacientes.
- Total pacientes incluidos en el estudio: 345 pacientes.

5.4. POBLACIÓN

5.4.1. Población de Referencia. Pacientes del Hospital Universitario de Santander.

5.4.2. Población Blanco. Pacientes adultos (Mayores de 18 años).

5.4.3. Población Elegible. Pacientes que fueron llevados a cirugía de urgencia o electiva y pacientes que fueron hospitalizados en la unidad de cuidado intensivo.

5.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Criterios de Inclusión:

- Paciente mayor de 18 años.
- Pacientes que fueron llevados a cirugía de urgencia bajo anestesia general con intubación orotraqueal.
- Pacientes que fueron llevados a cirugía electiva bajo anestesia general con intubación orotraqueal.
- Pacientes que se encontraban en la Unidad de Cuidado Intensivo bajo intubación orotraqueal.
- Pacientes que aceptaron participar en el estudio previamente informados. En los pacientes de UCI se solicitó consentimiento informado a familiares.

Criterios de Exclusión:

- Intubación con tubo de doble luz.
- Uso de fibrobroncoscopio para intubación y posicionamiento del tubo.
- Alteraciones estructurales en el cuello, tórax y/o pared torácica que no permita la visualización ecográfica de manera adecuada para realizar el estudio.
- Información incompleta en la historia clínica.
- Paciente en estado de embarazo.
- Paciente con alto riesgo de broncoaspiración y no permita desinflar el neumotaponador del tubo endotraqueal.

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DISPOSICIONES VIGENTES

El trabajo de investigación se realizó bajo los lineamientos de la declaración de Helsinki y la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia¹⁷, inicialmente fue presentado y aprobado por el comité asesor del posgrado de Anestesiología y Reanimación de la Universidad Industrial de Santander. Posterior a ello, fue aprobado por el Comité de Ética en Investigaciones Científicas de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI-UIS) durante la reunión realizada el día 3 de marzo de 2017.

En este trabajo de investigación se realizó un barrido ecográfico en la vía aérea y el tórax del paciente, con el fin de confirmar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal y se relacionó con algunos datos recolectados de la historia clínica respectiva, previo consentimiento informado.

Fue **catalogado como investigación con riesgo mínimo**, dado que requiere el uso de un dispositivo tipo sonda ultrasónica de manera no invasiva para realizar la evaluación de la vía aérea y tórax, con el fin de confirmar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal.

Se respetó el principio de autonomía de los pacientes, por lo cual, posterior a recibir una explicación clara, detallada y comprensible de la finalidad del estudio y la aclaración de dudas, los pacientes decidieron de forma libre y voluntaria sobre su participación en la investigación, diligenciándose como constancia, en los casos de aceptación, el formato de consentimiento informado. En los pacientes hospitalizados en la UCI se solicitó el consentimiento informado a los familiares responsables de los pacientes.

Así mismo, se mantuvo el principio de beneficencia, puesto que la ecografía es una herramienta diagnóstica universalmente aceptada en el ejercicio de la profesión médica y no desencadena efectos adversos ni complicaciones adicionales para el paciente. Por el contrario, nos dio la oportunidad de beneficiar al paciente con un diagnóstico pronto y seguro. Adicionalmente, cabe resaltar que se protegió el principio de justicia, dado que la participación de los pacientes se hizo aplicándoles los criterios de inclusión con igualdad de condiciones sin tener ninguna discriminación, así como tampoco recibieron compensación de ningún tipo por participar en el estudio.

Al detectarse alguna alteración en la evaluación ecográfica, se informó al anestesiólogo o intensivista a cargo, para que tomara las conductas que consideraba pertinente.

Los datos personales de los participantes se manejaron bajo lo estipulado en la Ley 1581 de 2012⁵, garantizándose la intimidad y confidencialidad de la información personal, la cual, fue utilizada solo por los investigadores a cargo, restringiéndose el acceso a la misma a cualquier otra persona ajena a la investigación. Para garantizar la confidencialidad, en la base de datos, cada paciente tuvo un consecutivo y se evitó registrar número de historia clínica y nombre del paciente.

Los autores declaramos de manera expresa que no existe ningún conflicto de interés que pueda tener interferencia en los resultados y la publicación de los mismos.

Se anexa formato de Consentimiento Informado. Ver Anexo B.

Se anexa certificado del curso de protección de participantes humanos en la investigación. Ver Anexo C.

7. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

Dentro de las medidas de bioseguridad implementadas en la realización del estudio ultrasonográfico se encuentran:

Antes del procedimiento

- a) Profesional de Salud: Porte de traje quirúrgico adecuado al área de trabajo, adecuado lavado de manos, uso de gafas de seguridad y guantes para la realización del barrido ultrasonográfico.
- b) Paciente: Posicionamiento del paciente en una cama o mesa quirúrgica (apta para el examen), colocación de bata quirúrgica al ingreso al área de quirófanos.
- c) Equipo de ultrasonido: Equipo con adecuada limpieza de la estación de trabajo, transductor limpio y protegido con guante y gel previo a procedimiento.

Durante el procedimiento

- a) Uso permanente y de manera completa de los elementos de seguridad durante la realización del examen.

Después del procedimiento

- a) Profesional de Salud: Retiro de elementos de protección y lavado de manos.
- b) Paciente: Retiro completo del gel de conducción del paciente.
- c) Equipo de Ultrasonido: Retiro completo del gel del transductor y limpieza del mismo con agua. Se realiza limpieza del equipo con amonio cuaternario.

El ultrasonido es un dispositivo no invasivo con baja probabilidad de contacto directo con secreciones o fluidos del paciente. En los casos de contaminación del equipo con sangre o fluidos corporales, se realizó la limpieza del equipo de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Los elementos contaminados se descartaron en la caneca roja de residuos biológicos y no se utilizaron elementos cortopunzantes.

La anterior información fue tomada y modificada a partir del manual de bioseguridad de la E.S.E. Hospital Universitario de Santander, INF-MA-1, Versión 1.

8. EJECUCION DEL TRABAJO Y RESULTADOS

8.1. MANEJO DE LOS PACIENTES

Los investigadores principales no participaron en el manejo clínico y tratamiento de los pacientes, el cual, estaba a cargo del anesestesiólogo asignado al caso o del médico intensivista de turno.

Primero, se escogieron los posibles participantes según criterios de inclusión y exclusión, luego se procedió a realizar diligenciamiento del consentimiento informado de los pacientes elegidos que aceptaron participar. Ver Anexo D.

El estudio abordó dos tipos de pacientes, los del grupo de cirugía y los del grupo de UCI, en el primer caso se realizó la solicitud del consentimiento informado al paciente en el momento previo al ingreso al servicio de quirófanos (Zona de Transferencia de Quirófano) y en el segundo caso se realizó la solicitud del consentimiento informado a los familiares (hospitalizados en la UCI) durante el horario de visita a los pacientes, en donde se explicó el trabajo de investigación a realizar en lenguaje acorde al nivel educativo y se invitó a la participación de manera voluntaria al estudio, dando lectura completa a la información contemplada en el consentimiento informado previo al diligenciamiento y firma del mismo. Ver Anexo D.

Posterior a ello, cuando el paciente se encontraba bajo anestesia general e intubado (cirugía) o intubado en la Unidad de Cuidados Intensivos, se procedió por parte de personal experto (Correspondiente a un médico residente entrenado en ecografía de vía aérea y pulmonar para anesestesiólogos) a realizar la exploración ecográfica de la vía aérea y tórax utilizando un transductor lineal de 6-13 MHz (Ecógrafo portátil Sonosite Edge) para evaluar el posicionamiento del tubo

endotraqueal según el examen ecográfico PLUS, sumado a la revisión de las historias clínicas y registros de anestesia correspondientes en búsqueda de la información necesaria para diligenciamiento del instrumento de recolección de datos. Ver Anexo E.

Adicionalmente, en los pacientes de UCI se realizó la medición de la columna de aire en el diámetro latero-lateral en la ventana tiroidea con el fin de determinar los pacientes en riesgo para estridor posterior a la extubación.

Es importante aclarar que se asume que la persona que realizó la intubación endotraqueal y fijó el tubo en la posición en que se encontró al momento de la valoración, considera que esa es la posición correcta. Así mismo, preguntamos de manera verbal sobre la realización de la verificación del posicionamiento del tubo endotraqueal por parte del médico que realizó la intubación.

Ni los directores de este proyecto ni el suscrito participaron de ninguna manera en el acto anestésico o tratamientos.

8.2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Para poder acceder a los participantes y a la consulta de historias clínicas en el sistema institucional del Hospital Universitario de Santander, se diligenció el permiso ante la institución. Además, fue anexada en la primera entrega del trabajo enviado al Comité de Ética. Adicionalmente, se debe recordar que la consulta de historias clínicas está sujeta a la autorización previa de los pacientes participantes en el estudio a través del consentimiento informado.

Los datos se registraron en una base de datos en Excel por duplicado, luego se verificaron y codificaron con número arábigo, y finalmente se depuraron hasta obtener una sola base de datos, la cual se llevó al análisis final en Stata® 14.

Las características clínicas de los pacientes se describen usando medias y proporciones con su respectivo intervalo de confianza al 95%. Test de la t y el test exacto de Fischer con su significancia al 0.05 se usó para evaluar las diferencias entre las variables dicotómicas y continuas respectivamente. Se realizó análisis bivariado y regresión logística, se calcularon los odds ratio OR para ciertos factores de riesgo asociados al evento de mal posicionamiento. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado significativo.

Adicionalmente, se realizó evaluación de coeficientes de correlación y análisis de concordancia (Bland-Altman) entre la distancia a la comisura labial predicha para el tubo orotraqueal según sexo y talla, y la encontrada.

8.3. RESULTADOS

Durante el periodo de tiempo de 18 meses (Abril. 2017 – Sep. 2018), se realizó la recolección y registro de datos. Se incluyeron al estudio un total de 345 pacientes adultos, que equivale al tamaño muestral calculado sin pérdidas, las cuales no se presentaron. La distribución en los tres grupos fue la siguiente: Ver Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de los Grupos

Grupo de Pacientes	% (Fr)
Cirugía de Urgencia	37% (129)
Cirugía Electiva	53% (182)
Paciente en UCI	10% (34)

8.3.1. Características generales de los pacientes. De los 345 pacientes, el 54.5% (n=188) fueron de sexo masculino. La edad promedio en años fue de 44. Predominio del estado físico ASA 2 (51.01%), el 54.8% de los pacientes fueron intubados por médicos residentes, en el 91.3% el dispositivo utilizado fue el laringoscopio directo y el tubo No. 7.5 fue utilizado en el 40% de los casos. El resto de características pueden verse en la Tabla 2.

Tabla 2. Características generales

Variable	Media (Min. - Max.)
Edad en Años	44.8 (18-91)
Peso en Kg	65.5 (35 - 115)
Talla en metros Hombres	1.69 (1,5 – 1,83)
Talla en metros Mujeres	1.61 (1,5 – 1,75)
IMC	23.46 (15 - 37)
Variable	% (Fr)
Sexo Masculino	54.5% (188)
<u>Intubado por:</u> Especialista	26.96% (93)
Residente	54.8% (189)
Md General	18.3% (63)
<u>Clasificación ASA:</u> ASA 1	14.2% (49)
ASA 2	51.01% (176)
ASA 3	22.9% (79)
ASA 4	11.9% (41)
<u>Abordaje Vía Aérea:</u> Laringoscopio	91.30% (315)
Videolaringoscopio	8.7% (30)
<u>Clasificación CORMACK:</u> GRADO I	50.43% (174)
GRADO II	37.10% (128)
GRADO III	2.03% (7)

GRADO IV	0.58% (2)
<u>Tubo Endotraqueal:</u> Anillado	3.19% (11)
Convencional	96.81% (334)
<u>No.Tubo Endotraqueal:</u> 6 y 6.5	2.9% (10)
7	32.8% (113)
7.5	40% (138)
8 y 8.5	24.4% (84)

8.3.2. Posicionamiento del tubo endotraqueal según examen PLUS. La incidencia de mal posicionamiento del tubo endotraqueal evaluado por ultrasonido aplicando el examen PLUS fue del 22.9% (IC 95% 18.4 – 27.4), el 1,45% correspondió a IOT selectiva (IC 95% 0.4 - 3.3). Ver Tabla 3.

Tabla 3. Resultados Generales según examen PLUS

<i>Posicionamiento según ecografía examen PLUS</i>	
Posición TET	% (Fr)
Correcta (Examen PLUS +)	77.10 (266)
No Correcta (Examen PLUS -)	22.90 (79)
Selectivo Derecho	1.45 (5)
Mal Posicionado a nivel traqueal	21.45 (74)

8.3.3. Posicionamiento del tubo endotraqueal según tipo de servicio y personal que realiza procedimiento. En el servicio de UCI fue más alto el hallazgo de mal posicionamiento del tubo evaluado por ecografía con el examen PLUS en comparación con el grupo de cirugía, pero sin diferencias significativas entre ellos. El grupo de médicos residentes tuvo mayor porcentaje de éxito en adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal (86.77%), con diferencias estadísticamente significativas. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Correcta posición del TET por ultrasonografía según tipo de servicio y personal que realiza intubación

Servicio	n	Posición Correcta % (Fr)	Valor de p
UCI	34	52.94% (18)	0.628
Cirugía	311	79.74% (248)	0.37
Cirugía Electiva	182	78.02% (142)	
Cirugía Urgente	129	82.17% (106)	
Grupo Médicos	n	Posición Correcta % (Fr)	Valor de p
Especialista	93	66.7 (62)	0,000
Residente	189	86.77 (164)	
Médico Gral	63	63.5(40)	

8.3.4. Correlación clínico-radiológica y ecográfica. Solamente se pudo corroborar la verificación de la posición del tubo en los casos en que se hizo por clínica, que corresponde al 58.56% de los pacientes. De los casos de la UCI, todos tenían control radiográfico al momento de realizar el examen PLUS, pero no se pudo establecer la intención al tomar dicho examen y solo el 53% de los 34 pacientes tenían una correcta posición del tubo según la radiografía, lo que se correlacionó 100% con el examen PLUS positivo. En cambio, la correlación de la verificación clínica con auscultación y examen PLUS positivo fue del 87.6%. Ver Tabla 5.

Tabla 5. Posición del TET y forma de verificación

Verificación Tubo Endotraqueal	% (FR)	Examen Plus + Correcta Ubicación	Valor p
Clínica	58.56 (202)	87.62% (177)	0.000
Rx Tórax*	9.85 (34)	100% (18/34)	0.628

8.3.5. Correlación de posicionamiento del tubo endotraqueal según distancia a comisura labial encontrada y predicha. Se verificó la distancia a comisura labial observada en cada paciente y adicionalmente se verificó la distancia a comisura labial predicha según sexo y talla, basados en las siguientes fórmulas¹⁰:

$$\text{Hombres} = 11.413 + (0.072 \times \text{talla en cm}) - 3$$

$$\text{Mujeres} = 13.555 + (0.056 \times \text{talla en cm}) - 3$$

Dado que la DCL reportada en el instrumento no se realizó con cifras decimales, los valores predichos de las mismas, se ajustaron al entero más próximo. Seguidamente, se realizó comparación con toda la población según talla y sexo,

encontrando diferencias significativas en talla (prueba t de student $p=0.000$). Respecto a la DCL predicha versus la DCL reportada, solo hubo diferencias significativas en la población masculina ($p=0.0023$). Ver Tabla 6.

Tabla 6. Distancia real y predicha - Coeficientes de correlación

Distancia Comisura Labial					
Distancia Comisura Labial (DCL)	Media – IC 95% DS** (Min-Max)		Valor p	r Sperman	R ²
	Real	Predicha			
DCL General	20.42 (20.2 – 20.6)	20.22 (20.2 – 20.3)	0.067	0.528	0.259
	1.89 (17 – 30)	0.72 (19 - 22)			0.256
DCL Sexo Masculino	21.17 (20.9 – 21.5)	20.72 (20.6 – 20.8)	0.002	0.341	0.110
	1.95 (18 - 30)	0.49 (19 - 22)			0.105
DCL Sexo Femenino	19.54 (19.3 - 19.8)	19.64 (19.6 – 19.7)	0.377	0.366	0.134
	1.36 (17 - 30)	0.48 (19 - 20)			0.128
Ecuación de la regresión					
Hombres	DCL = 1.022 * DCL Predicha				
Mujeres	DCL = 0.9948 * DCL Predicha				

*DS Desviación Estandar * r= Coeficiente de Correlacion de Sperman R² Coeficiente de determinacion

La distribución de la población general y específica según sexo no fue normal ($p<0.000$). Por tal motivo, la evaluación de la correlación la realizamos mediante coeficiente de Sperman, cuyos valores no fueron óptimos ($r=0.528$), y al evaluar según sexo, estos coeficientes fueron aún menores. Posiblemente, estos valores estuvieron afectados por los datos extremos, pues al excluirlos, la distribución en la población general y según sexo se comporta normal, hallazgos que serán tema de discusión. Ver Figura 3 y 4.

Posterior a la predicción de la correcta ubicación del TET según coeficiente de Sberman entre distancia predicha y medida (Observada), realizamos una evaluación por analogía. Según la fórmula utilizada por nosotros, el TET debe estar ubicado a tres centímetros por encima de la carina para decir que está correctamente ubicado, por lo cual, tomamos todos aquellos pacientes en los cuales la diferencia entre la predicha y la medida estuvo entre ± 1 cm (margen de error), con el fin de evaluar correlación. Obtuvimos valores con coeficientes de Sberman que solo fueron ligeramente superiores a los encontrados en el escenario real. Ver Tabla 7 y Figura 5.

Tabla 7. Coeficientes de correlación entre DCL predicha y DCL medida según margen de error

Distancia Comisura Labial DCL	Valor p⁺	r* Sberman	R²	R² Ajustado
DCL General	0.000	0.528	0.278	0.267
DCL Sexo Masculino	0.000	0.348	0.121	0.112
DCL Sexo Femenino	0.276	0.408	0.166	0.161
Predicción	Ecuación de la regresión			
Hombres	DCL = 1.0217 * DCL Predicha			
Mujeres	DCL = 1.0054 * DCL Predicha			

*Margen de error ± 1 cm Valor entre predicho y observado

Figura 3. Histogramas de la distribución de la DCL

Figura No.1A Distribucion de la Distancia Comisura Labial Predicha poblacion estudiada

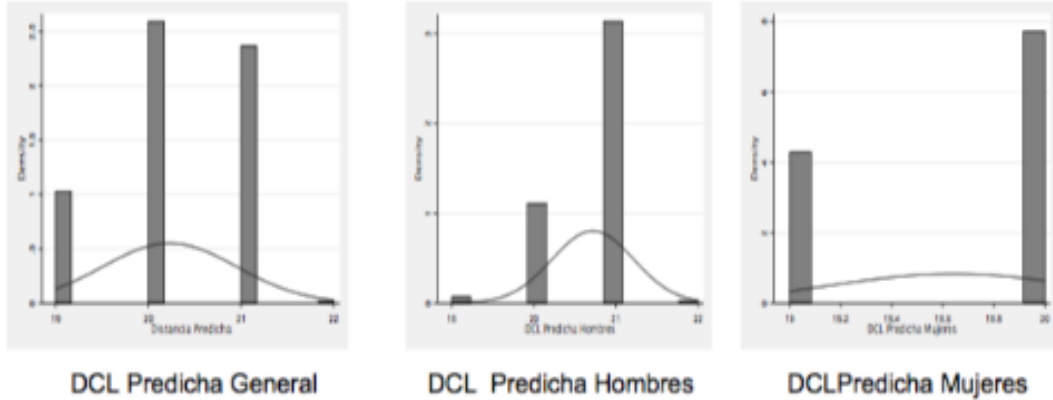


Figura No.1B Distribucion de la Distancia Comisura Labial Encontrada

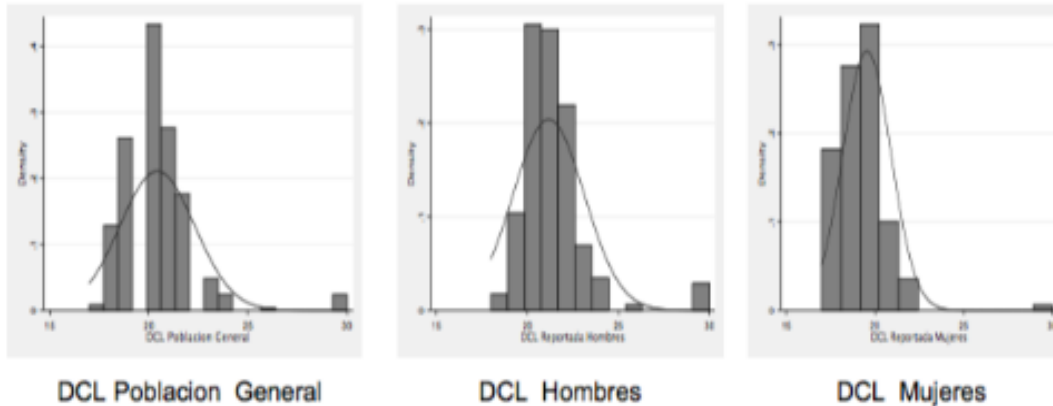


Figura No.1C Distribucion de la Distancia Comisura Labial Encontrada sin valores extremos

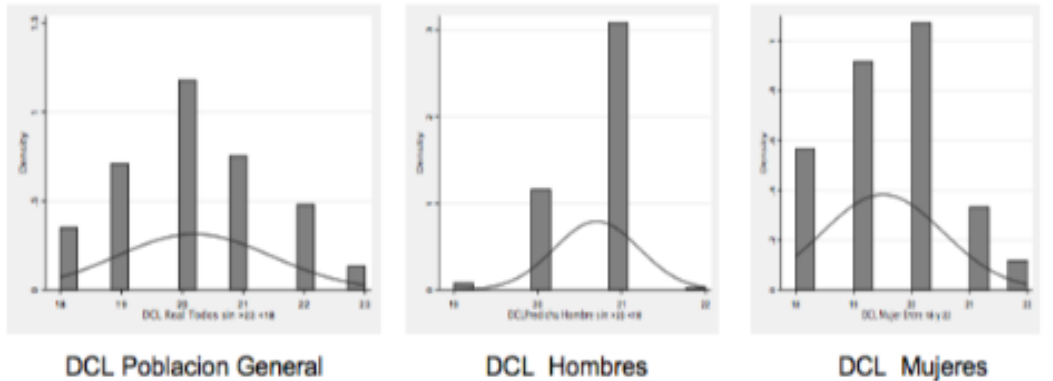


Figura 4. Regresión Distancia Comisura Labial: Predicha/Encontrada

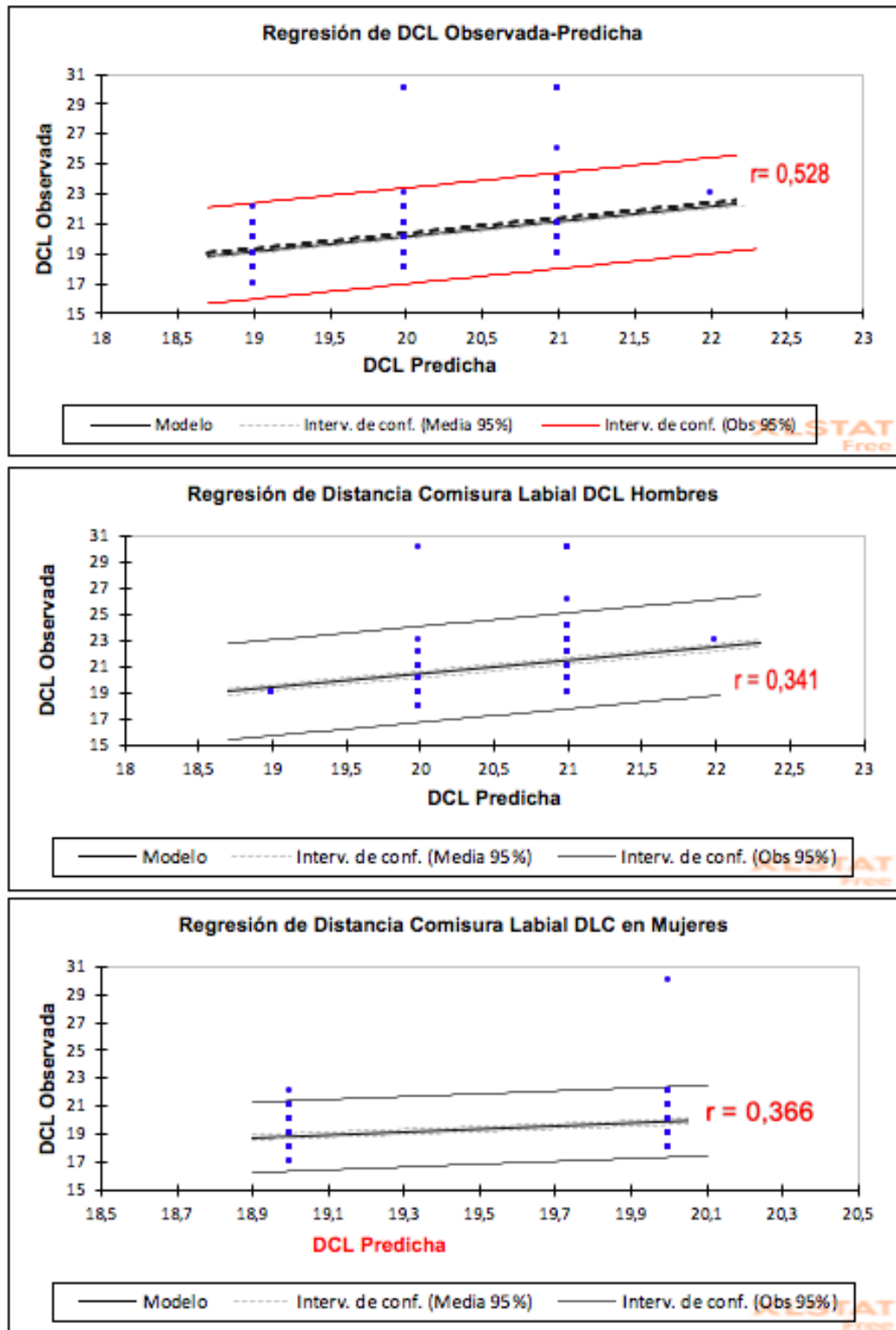
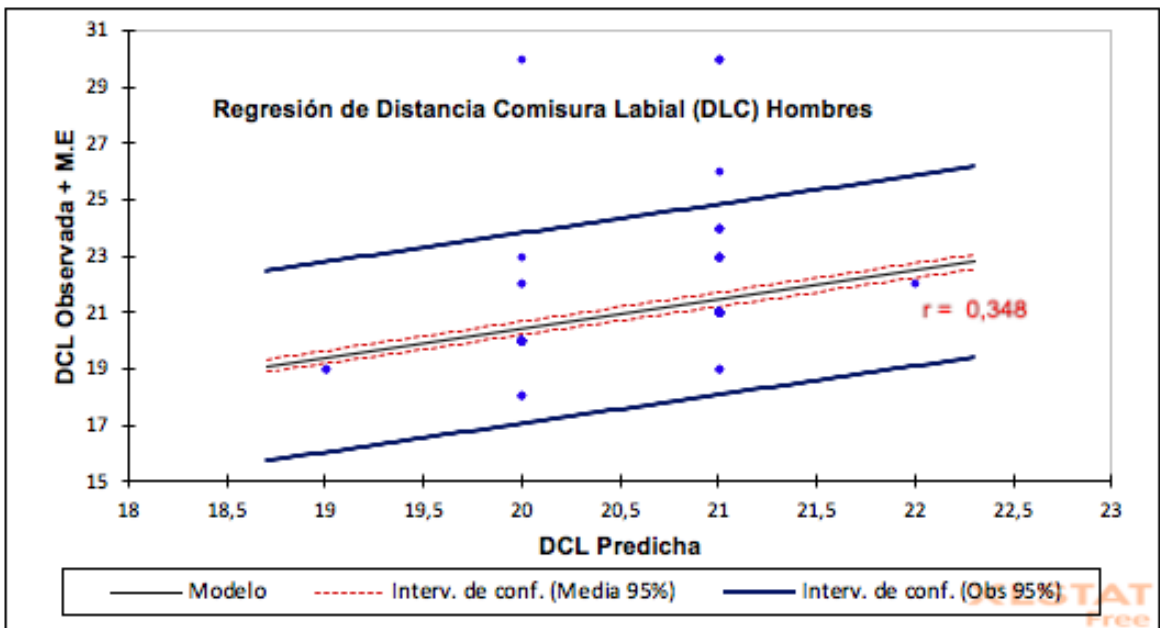
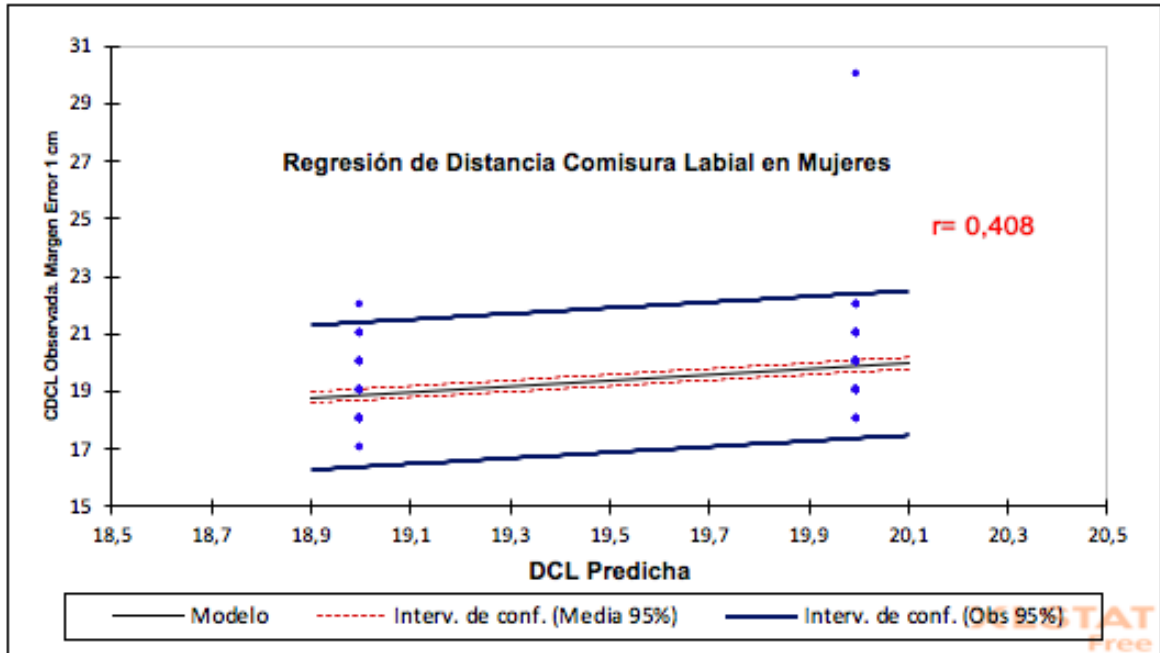


Figura 5. Regresión Distancia Comisura Labial: Predicha/Observada (Analogía)



Dado el hallazgo que el 100% de los pacientes en los cuales se realizó confirmación radiográfica de la ubicación del TET (Ver confirmación radiológica), presentaron examen PLUS positivo, tomamos esta prueba como referencia, y se asignó como DCL exacta cuando la diferencia entre DCL predicha y observada fue igual a cero (Exacta) y cuando utilizamos el margen de error ± 1 cm (DCL ± 1 cm).

Dado lo anterior, en todos los escenarios se encontraron diferencias significativas, al igual que al realizar el análisis según margen de error, esto aumentó el Riesgo Relativo Indirecto (OR) de 1.34 a 2.73 para los Verdaderos Positivos (VP), y el sexo femenino fue la población con más VP. Ver Tabla 8.

Tabla 8. Evaluación de la Prueba de Referencia y DCL Predicha

Distancia C.L		Examen Plus % (Fr)			Valor de p
		Positivo	Negativo	Total	
Exacta	Positivo	29.86%(103)	6.09% (21)	124	0.048
	Negativo	47.25%(163)	16.81% (58)	221	
DCL ± 1 cm	Positivo	68.99%(238)	16.81% (58)	296	0.000
	Negativo	8.12% (28)	6.09% (21)	49	
Hombres					
Exacta	Positivo	26.06%(49)	6.09% (15)	64	0.048
	Negativo	51.60% (97)	14.36% (27)	124	
DCL ± 1 cm	Positivo	68.09% (128)	15.43% (29)	157	0.004
	Negativo	9.57% (18)	6.91% (13)	31	
Mujeres					
Exacta	Positivo	34.39%(54)	3.82% (6)	60	0.048
	Negativo	42.04% (66)	19.75% (31)	97	
DCL ± 1 cm	Positivo	70.06% (110)	18.47% (29)	139	0.027
	Negativo	6.37% (10)	5.1% (8)	18	

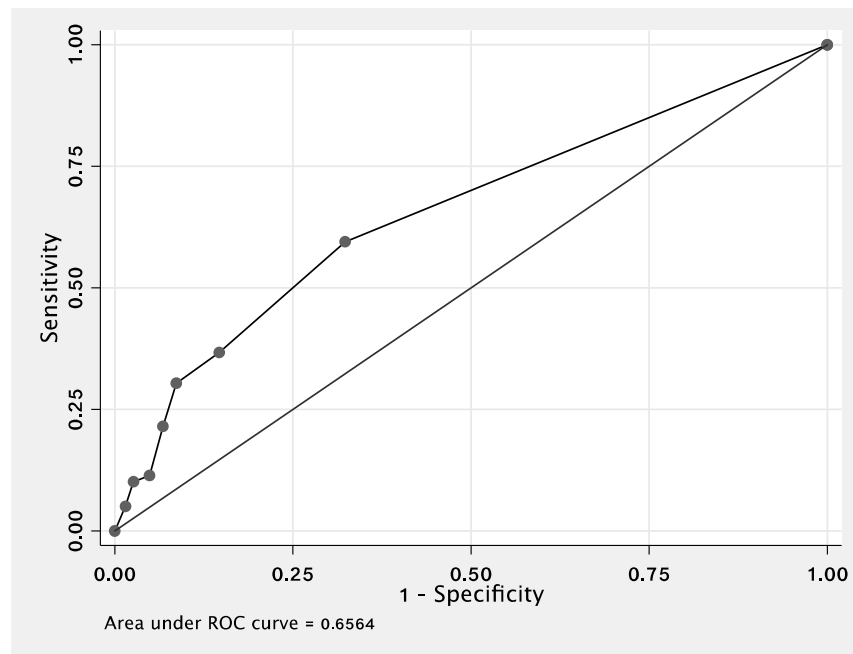
8.3.6. Evaluación de Sensibilidad y Especificidad del posicionamiento del TET por examen PLUS y DCL. Al evaluar la prueba con todos sus posibles resultados, encontramos que presenta una alta sensibilidad al considerar el margen de error, ya sea para hombres como para mujeres, sensibilidad que aumenta considerablemente a expensas de una baja especificidad, con alto Valor Predictivo Positivo en los dos escenarios. Ver Tabla 9.

Tabla 9. Evaluación de Prueba de Referencia y DCL en los dos escenarios

Evaluación	Hombres		Mujeres	
	Exacta	DCL \pm 1cm	Exacta	DCL \pm 1cm
Sensibilidad	33.6%	87.7%	45.0%	91.7%
Especificidad	64.3%	31.0%	83.8%	21.6%
Valor Predictivo (+)	76.6%	81.5%	90.0%	79.1%
Valor predictivo (-)	21.8%	41.9%	32.0%	44.4%
Proporción de Falsos (+)	35.7%	69.0%	16.2%	78.4%
Proporción de Falsos (-)	66.4%	12.3%	55.0%	8.3%
Exactitud	40.4%	75.0%	54.1%	75.2%
CPP ó LR (+)	0.94	1.27	2.78	1.17
CPN ó LR (-)	1.03	0.40	0.66	0.39

El área de la curva ROC fue de 0.6564 que significa que no es muy buena la fórmula utilizada por nosotros y propuesta por Gómez¹⁶ como herramienta diagnóstica para predecir la DCL necesaria para obtener un adecuado posicionamiento del TET.

Figura 6. Curva ROC



8.3.7. Análisis Bland y Altman de DCL entre los métodos (Observada y predicha). Para evaluar la concordancia de la DCL entre el método clínico y el predicho, esta se realizó en dos etapas; Primero con la población general y luego entre la población en la cual el examen PLUS fue positivo para una adecuada ubicación del tubo endotraqueal. Los resultados obtenidos son similares a los de la correlación y no encontramos una concordancia aceptable ($p < 0.005$) entre lo realizado en la práctica clínica y la fórmula de predicción. Este comportamiento se presenta inclusive al evaluar solo los pacientes con adecuado posicionamiento, que representó una muestra de 266 pacientes, la cual, podemos considerarla con potencia adecuada para evaluar esta prueba. Los Resultados serán discutidos más adelante en el texto. Ver Tabla 10 y 11, y Figuras 7, 8 y 9.

Tabla 10. Límites de acuerdo entre DCL Observada y Predicha en toda la población estudiada

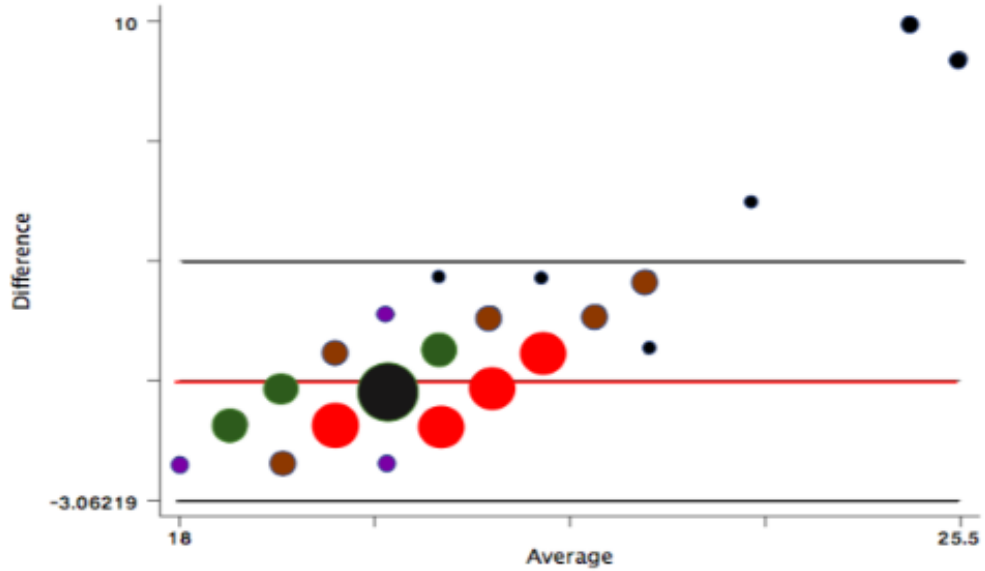
Distancia Comisura Labial DCL	Límites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
General	-3.062 – 3.462	0.200 (0.027 – 0.373)	18 - 25	0.795	0.000
Hombres	-3.244 – 4.148	0.452 (0.186 – 0.718)	19 - 25	0.891	0.000
Mujeres	-2.636 – 2.432	-0.102 (-0.302-0.098)	18 - 25	0.800	0.000

Tabla 11. Límites de acuerdo entre DCL Observada y Predicha en toda la población con adecuado posicionamiento del TET

Distancia Comisura Labial DCL	Límites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
General	-2.823 - 2.891	0.034 (-0.139 0.206)	18 - 25	0.789	0.000
Hombres	-2.789 - 3.323	0.267 (0.017 - 0.517)	19 – 25	0.879	0.000
Mujeres	-2.740 - 2.240	-0.250 (0.475 - 0.025)	18 – 25	0.847	0.000

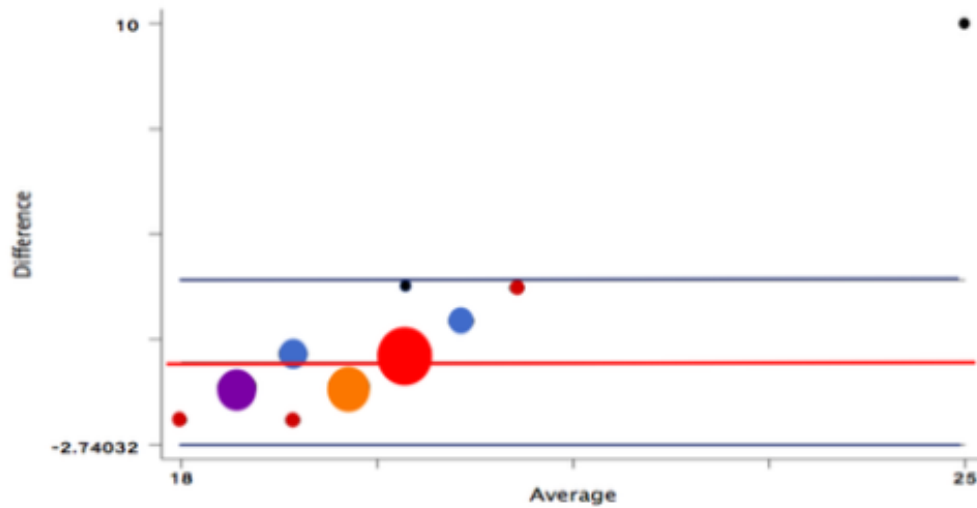
Figura 7. Análisis Bland y Altman en Población General

Concordancia DCL Observada y Predicha en la poblacion general



DLC	Limites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
General	-3,062 – 3,462	0,200 (0,027 – 0,373)	18 - 25	0,795	0,000

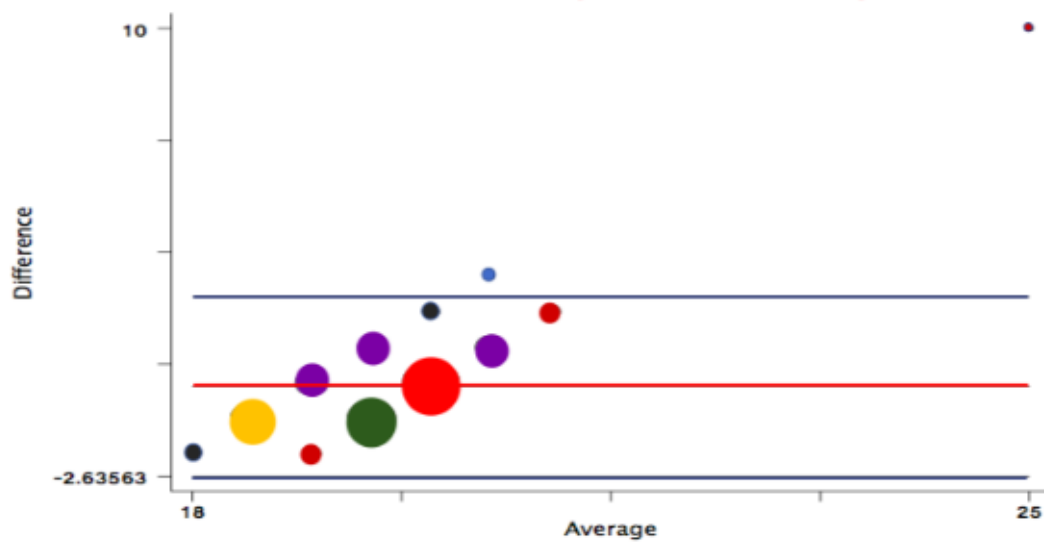
Concordancia DCL Observada y Predicha en la poblacion con adecuada ubicaci3n del Tubo Endotraqueal



DLC	Limites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
General	-2,740 - 2,240	-0,250 (0,475 - 0,025)	18 - 25	0,847	0,000

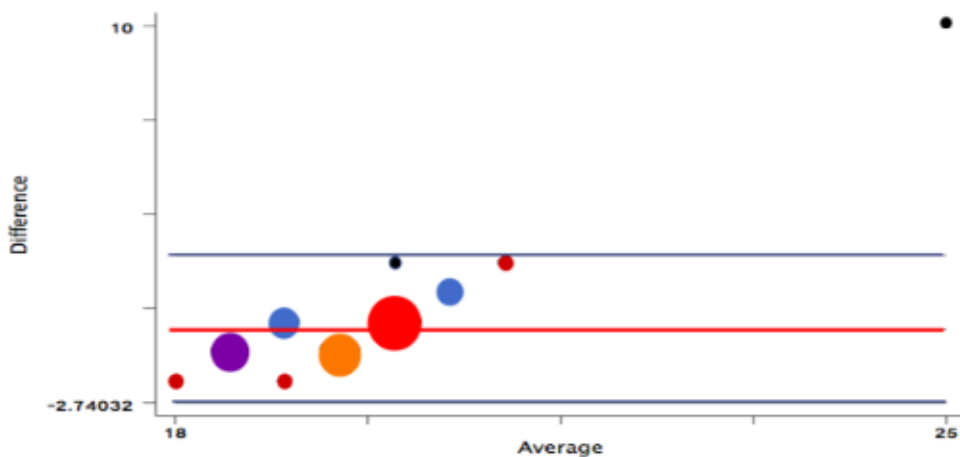
Figura 8. Análisis Bland y Altman en el grupo de Mujeres

Concordancia DCL Observada y Predicha en Mujeres



DLC	Limites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
Mujeres	-2,636 – 2,432	-0,102 (-0,302-0,098)	18 - 25	0,800	0,000

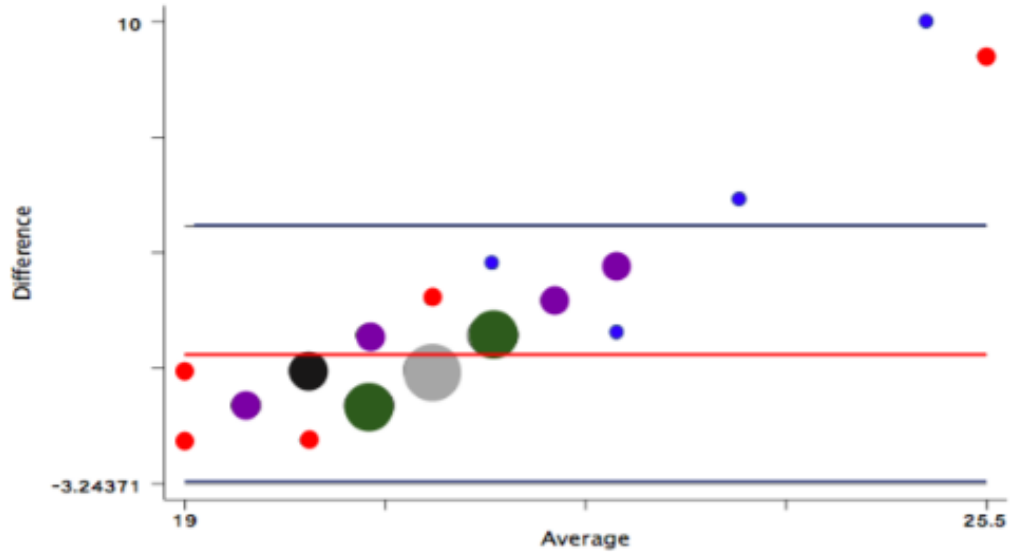
Concordancia DCL Observada y Predicha en Mujeres con adecuada ubicación del Tubo Endotraqueal



DLC	Limites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
Mujeres	-2,740 - 2,240	-0,250 (0,475 - 0,025)	18 - 25	0,847	0,000

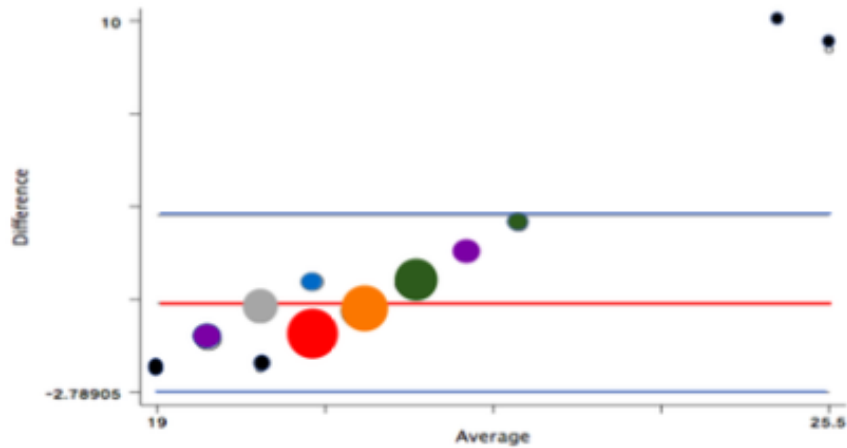
Figura 9. Análisis Bland y Altman en el grupo de Hombres

Concordancia DCL Observada y Predicha en Hombres



DLC	Limites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
Hombres	-3,244 – 4,148	0,452 (0,186 – 0,718)	19 - 25	0,891	0,000

Concordancia DCL Observada y Predicha en Hombres con TOT en adecuada posicion



DLC	Limites de Acuerdo	Diferencia de Medias (IC 95%)	Rango	Test Pitman r	Valor p
Hombres	-2,789 - 3,323	0,267 (0,017 - 0,517)	19 – 25	0,879	0,000

8.3.8. Factores asociados a mal posicionamiento del tubo endotraqueal.

Realizamos análisis univariado, bivariado y posteriormente una regresión logística, con el fin de evaluar posibles factores asociados a mal posicionamiento del tubo endotraqueal evaluado por ecografía según el examen PLUS, y encontramos los siguientes factores con significancia estadística: La intubación realizada por médico general, Cormack>2, y la distancia a comisura labial diferente a la predicha según sexo y talla. Ver Tabla 12.

Tabla 12. Factores asociados a mal posicionamiento

Posición correcta	OR	Valor P	IC 95%
IOT x Medico General	2.37	0.005	1.30 – 4.32
Cormack >II	2.01	0.044	1.02 – 4.26
DCL ≠ a Predicha	1.16	0.051	0.99 – 1.34

*DCL= Distancia Comisura Labial

8.3.9. Estridor post-extubación y predicción con ecografía. En los pacientes hospitalizados en UCI, se realizó la medición del diámetro latero-lateral en la ventana tiroidea (Columna de aire) para predecir el posible riesgo de presentar estridor post-extubación. La incidencia de estridor post-extubación en la población estudiada fue del 5.88%. De los pacientes que presentaron extridor post-extubación, el 50% tuvo una columna de aire < ó = 4.5mm. Ver Tabla 13.

Tabla 13. Estridor post-extubación en pacientes de UCI evaluado por ecografía

Pacientes UCI	Media (Min-Max; DS)
Tamaño Columna Aire	10.01 (4.5-17.3;3.52)
	% (Fr)
Columna Aire <=4.5 mm	5.56 (1)
Estridor Post-Extubación	
No	94.12 (32)
Si	5.88 (2)

9. DISCUSIÓN

El presente estudio analítico tipo corte transversal y evaluación de dispositivos médicos, en el cual utilizamos la ultrasonografía para evaluar la posición del tubo endotraqueal, no tiene un nivel de evidencia alto, dado que utilizamos un patrón de referencia y no un “Gold Standard”, pero su adecuado diseño metodológico que incluyó el cálculo de muestra, la evaluación ecográfica estandarizada, recolección de datos por personal entrenado y el análisis estadístico, nos permiten realizar inferencias que son válidas y aplicables a nuestra población.

La incidencia de mal posicionamiento del tubo endotraqueal encontrada por nosotros fue del 22.9%, la cual, incluye la intubación endobronquial derecha que se presentó en el 1.45%. Estos resultados son similares a los reportados en la literatura, como en los trabajos de Brunel y Geisser^{1, 9}, quienes reportaron una necesidad de reubicar el TET en el 14% y 20% de los pacientes respectivamente. En el estudio de Brunel¹, los pacientes fueron valorados con radiografía de tórax, encontrando un 5% de endobronquial. Nuestro estudio no es estrictamente comparable a los otros reportados, primero por el Gold Estándar utilizado y segundo, por la definición de mala posición. En de Brunel¹ se consideró mala posición cuando la punta del tubo se encontraba a menos de 2 cm de la carina, mientras que en el diseño de otros estudios se ha utilizado al fibrobroncoscopio como Gold Estándar o patrón de referencia^{26, 29}, con definición de buena posición cuando la punta del tubo queda de 2 a 4 cm de la carina.

El examen PLUS que indica una buena posición del TET se hace con el transductor a 2 cm de la orquilla esternal, donde se debe apreciar la expansión del neumotaponador al ser inflado. Esto implica indicadores diferentes y no necesariamente correspondientes o equivalentes al momento de definir una adecuada posición del TET, por que se involucran variables como la longitud de la

tráquea y la posible posición de la cabeza y del cuello al momento de realizar el examen que se utilice como referencia. Esto no quiere decir que el uso del examen PLUS no sea válido para evaluar la adecuada posición del TET, ya que realizado por una persona experta permite verificar la intubación endotraqueal (descarta la intubación esofágica) y la posición lejana a la carina.

En nuestra serie, en solo el 58.56% de los pacientes se verificó de forma clínica la posición del TET, lo que puede estar comprometiendo la seguridad del paciente con la presentación de posibles complicaciones relacionadas sobre todo con la intubación endobronquial, eso sin tener en cuenta que de éstos, solo el 87.6% se correlacionó con una adecuada posición al examen PLUS. El estudio de Ramsingh et al.²⁶ reporta una sensibilidad y especificidad del 66% y 59% respectivamente para la verificación por clínica, en comparación con el Fibrobroncoscopio como estándar de oro. No podemos hacerlo comparable al no haber utilizado un estándar de oro en nuestro estudio, pero podemos corroborar el hecho que el examen clínico no es el adecuado para prevenir posibles malas posiciones del TET. Con relación a esto, el estudio de Ramsingh et al.²⁶, reporta para el US una sensibilidad y especificidad del 93 y 96% respectivamente.

Se encontró una correlación del 100% entre el examen PLUS positivo y la adecuada posición corroborada por radiografía de tórax en escasos 16 pacientes que se encontraban en UCI y contaban con la radiografía al momento de realizar este examen ecográfico, sin poderse establecer cuál había sido su indicación. Aun cuando esto no hace comparable nuestro estudio a las referencias citadas, el hecho de haber sido un estudio en un escenario clínico real lo hace valioso y nos permite inferir que el uso de la ecografía es fiable para verificar una posición del TET que evite complicaciones y que puede ser considerada como correcta dependiendo de la definición.

Teniendo en cuenta lo previamente descrito, se puede afirmar que la evaluación ecográfica aplicando el examen PLUS puede ser útil y eficaz al evaluar el posicionamiento del tubo endotraqueal en comparación con los métodos estándar de oro, y además es superior al compararse con el examen clínico con auscultación. Sin embargo, la muestra obtenida para evaluar la correlación entre ecografía y radiografía puede ser insuficiente.

Al realizar el análisis multivariado, se documentó factores asociados a mal posicionamiento del tubo endotraqueal evaluado por ecografía según el examen PLUS con significancia estadística, los cuales fueron: La intubación realizada por médico general, Cormack >2 , y encontrar una comisura labial diferente a la predicha según sexo y talla. En la actualidad existen muy pocos estudios que evalúen factores asociados a mal posicionamiento del tubo endotraqueal y todos han sido realizados en población pediátrica¹⁶, donde los factores fueron el sexo femenino y la edad (A menor edad mayor riesgo), los cuales, son diferentes a los encontrados en nuestro estudio, lo que puede explicarse por no ser comparables (Adulto vs pediátrico).

La incidencia de mala posición del TET de acuerdo al personal que realiza la intubación concuerda con los factores asociados encontrados, ya que entre residentes, especialistas y médicos generales, fueron estos últimos los que tuvieron una incidencia más alta de mala posición (36.5% de 63 casos). Es importante recordar que las unidades de urgencias están siendo manejadas usualmente por médicos generales y son los llamados a realizar la intubación en casos de emergencia. Además, aunque en nuestro estudio no hubo una diferencia significativa entre los casos de cirugía de urgencias y electiva con relación a una mala posición del TET, no puede asegurarse que las cirugías urgentes correspondan a vías aéreas que requieran manejo emergente. En cambio, en el estudio de Brunel et al.¹, encontraron una intubación endobronquial más frecuente en mujeres y en intubaciones de emergencia. Se configura entonces un escenario

de riesgo para este resultado, el cual es un escenario donde la intubación puede más frecuentemente ser una necesidad emergente, manejada por un médico general. Sería entonces muy útil poder contar con el equipo y el entrenamiento en US en las unidades de urgencias.

Respecto a la distancia a comisura labial ideal (DCL) al fijar el tubo endotraqueal y la relación con su adecuada posición, nosotros evaluamos lo observado y lo predicho según fórmulas para sexo y talla propuestas en el estudio en población colombiana¹⁰, encontrando que no existió buena correlación ni concordancia al realizar la comparación con toda la población según talla y sexo. De igual manera, se realizó el análisis únicamente en el grupo de pacientes con adecuado posicionamiento del tubo por examen PLUS, en el cual, nuevamente no existió buena correlación ni concordancia, inclusive ajustando con margen de error de 1 cm y excluyendo valores extremos, lo cual nos hace inferir que pueden existir factores antropométricos, de sexo y raza que expliquen esta falta de correlación, ratificada con la falta de concordancia según el análisis de Bland y Altman. Lo anterior, sumado a las conclusiones de estudios anatómicos en cadáveres²⁰, donde se ha obtenido pobre correlación entre la longitud de la tráquea y la talla de los cadáveres examinados, puede hacer pensar que no es adecuado tener en cuenta la talla como un predictor fiable y hacen prever una pobre concordancia con el examen PLUS.

Ahora, nuestro estudio no fue diseñado para comparar el US contra la DCL, y además, las fórmulas utilizadas¹⁰ fueron determinadas con distancias a la carina de 3 cm, lo que no quiere decir que se esté fallando en el logro de esa distancia, ya que lo evaluado no tiene en cuenta la longitud de la tráquea ni sus variaciones. Por lo tanto, no podemos hacer aseveraciones más que decir que no concuerdan con los datos del ultrasonido.

Se ha postulado a la ecografía como una herramienta para identificar pacientes en riesgo de estridor posterior a la extubación. La incidencia de estridor post-extubación en el subgrupo evaluado (UCI) fue del 5.88%, lo cual concuerda con los datos en la literatura actual que indican una incidencia de 1.5% al 26.3%^{7, 15, 25, 34-36}. De los pacientes que presentaron extridor post-extubación sólo el 50% tuvo una columna de aire $< \text{ó} = 4.5\text{mm}$, mostrando concordancia con los resultados mostrados en el estudio de Mikaeili et al.¹⁵, donde se obtuvo una baja sensibilidad y especificidad (50% y 54%, respectivamente). De esta manera, podemos afirmar que hasta el momento no existe una prueba sensible y específica que realice una apropiada predicción del riesgo de estridor post-extubación, y por lo tanto, la ecografía debe ser utilizada con precaución para este tipo de complicación, aun cuando nuestro estudio no se diseñó con el objetivo principal del evaluar esta patología.

Finalmente, nuestro trabajo no tiene el nivel más alto de evidencia por no usar como referencia una prueba considerada como “prueba de oro”, pero es innovador en nuestro entorno y permite describir el estado actual del uso del ultrasonido como método diagnóstico del adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal, sugiriendo que es una herramienta diagnóstica, segura, no invasiva, con una curva de aprendizaje relativamente corta y que ya hace parte de las herramientas de trabajo del anestesiólogo en diferentes escenarios y debemos abogar por su implementación en todas las instituciones y el previo entrenamiento de los especialistas, así como de los médicos generales que estén expuestos a la necesidad, lo cual repercutirá directamente en todos los programas de seguridad del paciente.

10. CONCLUSIONES

- La evaluación ultrasonográfica mediante protocolo PLUS, es una herramienta útil para evaluar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal.
- La incidencia del mal posicionamiento del tubo endotraqueal evaluado por ultrasonido aplicando el examen PLUS en nuestra población fue del 22.9%, y la incidencia de intubación endobronquial derecha fue del 1.45%.
- Se presentó una mayor frecuencia de correcta posición del tubo endotraqueal evaluado por ecografía en el servicio de cirugía en comparación con los pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidado Intensivo, pero sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos.
- El grupo de médicos residentes obtuvo mayor porcentaje de éxito en adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal, según la evaluación ecográfica basado en el examen PLUS.
- En nuestro estudio se presentó una correlación entre radiografía y ecografía del 100% para determinar el adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal en los pacientes de UCI, y la correlación entre auscultación y ecografía fue del 87.6% en los pacientes de cirugía.
- Las fórmulas para predecir la distancia a comisura labial ideal presenta baja correlación y concordancia con la distancia a comisura labial medida real, tomando como patrón de referencia el examen ecográfico PLUS.

- Se determinó que la intubación realizada por médico general, la presencia de Cormack >2, y encontrar una comisura labial diferente a la predicha según sexo y talla, son factores de riesgo asociados a mal posicionamiento del tubo endotraqueal evaluado por ecografía según el examen PLUS.
- No pudimos demostrar una utilidad del examen ecográfico para predecir el estridor post-extubación. La ecografía puede ser una herramienta diagnóstica coadyuvante pero debe ser utilizada con precaución.

11. DIVULGACIONES

- El trabajo de investigación fue presentado como trabajo libre en el 46º Congreso Chileno de Anestesiología en el año 2018. Ver Anexo F.
- Fue enviado para concurso en el XXXIII Congreso Colombiano de Anestesiología y Reanimación en el presente año.

12. PRESUPUESTO

El presente estudio tiene un presupuesto calculado en pesos, que se distribuye en:

RUBROS	CANTIDAD	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
MATERIALES			245.000
Impresiones en tinta negra	500	300	150.000
Bolígrafo de tinta negra	25	1.000	25.000
Organizador A-Z	6	10.000	60.000
Hueller	2	2.500	5.000
Perforadora de papel	1	5.000	5.000
EQUIPOS, SUSCRIPCIONES y SOFTWARE			52.025.000
Computador Portátil MacBook Air	1	2.000.000	2.000.000
Memoria USB16 Gigabytes	1	25.000	25.000
Sistema de ultrasonido portátil Sonosite Edge	1	50.000.000	50.000.000
PERSONAL			60.955.200
Honorarios Dra. Lizette Benavides	3600 h	7.182	25.855.200
Honorarios Dr. Héctor Meléndez	360 h	65.000	23.400.000
Honorarios Dr. Héctor Torres	180 h	65.000	11.700.000
VIÁTICOS			1.000.000
Ponencia en Congreso Nacional o Internacional			1.000.000
TOTAL			114.225.200

El equipo de ultrasonido portátil Sonosite Edge utilizado en el estudio se encontraba disponible en el área quirúrgica del Hospital Universitario de Santander como herramienta de trabajo para el servicio de anestesia por lo que su valor en el presupuesto es una estimación aproximada de su costo como activo proporcionado por la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- Brunel W, Coleman DL, Schwartz DE, Peper E, Cohen NH. Assessment of routine chest roentgenograms and the physical examination to confirm endotracheal tube position. *Chest*. 1989;96:1043–5.
- Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW. Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 1990;72:828-33.
- Cherng CH, Wong CS, Hsu CH, Ho ST. Airway length in adults: estimation of the optimal endotracheal tube length for orotracheal intubation. *J Clin Anesth*. 2002;14:271–4.
- Chou HC, Chong KM, Sim SS, Ma MH, Liu SH, Chen NC, et al. Real-time tracheal ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2013;84:1708–12.
- Congreso de la República. LEY ESTATUTARIA 1581. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Bogotá, Congreso de Colombia. 2012. p. 1- 15.
- Curtis K, Ahern M, Dawson M, Mallin M. Ultrasound-guided, Bougie-assisted cricothyroidotomy: a description of a novel technique in cadaveric models. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2012;19(7):876–9.
- Ding LW, Wang HC, Wu HD, Chang CJ, Yang PC. Laryngeal ultrasound: A useful method in predicting post-extubation stridor. A pilot study. *Eur Respir J*. 2006;27:384-9.
- Evron S, Weisenberg M, Harow E, Khazin V, Szmuk P, Gavish D, et al. Proper insertion depth of endotracheal tubes in adults by topographic landmarks measurements. *J Clin Anesth*. 2007;19:15-9. Ding LW, Wang HC, Wu HD,

- Chang CJ, Yang PC. Laryngeal ultrasound: A useful method in predicting post-extubation stridor. A pilot study. *Eur Respir J*. 2006;27:384-9.
- Geisser W, Maybauer DM, Wolff H, Pfenninger E, Maybauer MO. Radiological validation of tracheal tube insertion depth in out-of-hospital and in-hospital emergency patients. *Anaesthesia*. 2009;64:973–7.
- Gómez JC, Melo LP, Orozco Y, Chicangana GA, Osorio DC. Estimación de la longitud óptima de inserción del tubo orotraqueal en adultos. *Rev colomb anesthesiol*. 2016;44(3):230–235.
- Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. *Intensive Care Med*. 2002; 28:701–4.
- Hagberg CA, Artime CA. Capítulo 55: Control de la vía respiratoria en el adulto. Miller. *Anestesia*. 2016. Elsevier España, Octava edición. 1647-1683.
- Kerforne T, Petitpas F, Scepi M, Loupec T, Dufour J, Nanadoumgar H, Richer JP, Cornu-Skurnik A, Bendahou M, Riou B, Debaene B, Mimoz O. Accurate and easy to learn ultrasound sign to confirm correct tracheal intubation in cadaver model. *Br J Anaesth*. 2013;111:510-1.
- Knapp S, Kofler J, Stoiser B, Thalhammer F, Burgmann H, Posch M, Hofbauer R, Stanzel M, Frass M. The assessment of four different methods to verify tracheal tube placement in the critical care setting. *Anesth Analg*. 1999;88:766–770.
- Mikaeili H, Yazdchi M, Tarzamni MK, Ansarin K, Ghasemzadeh M. Laryngeal ultrasonography versus cuff leak test in predicting postextubation stridor. *J Cardiovasc Thorac Res*. 2014;6:25-8.

- Miller KA, Kimia A, Monuteaux MC, Nagler J. Factors Associated with Misplaced Endotracheal Tubes During Intubation in Pediatric Patients. *The Journal of Emergency Medicine*. 2016;51(1),9–18.
- Ministerio de Salud. Resolución N° 008430. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá, Ministerio de Salud; 1993. p. 1- 12.
- Moore C, A Copel J. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;364(8):749-57.
- Murray JP, Geiduschek JM, Caplan RA, Posner KL, Gild WM, Cheney FW. A comparison of pediatric and adult anesthesia closed malpractice claims. *ANESTHESIOLOGY*. 1993;78:461–7.
- Munguía-Canales DA, Ruiz-Flores J, Vargas-Mendoza GK, Morales-Gómez J, Méndez-Ramírez I, Murata C. Dimensiones traqueales en población mexicana. *Cir Cir*. 2011;79 (6).
- Muslu B, Sert H, Kaya A, Demircioglu RI, Gözdemir M, Usta B, et al. Use of sonography for rapid identification of esophageal and tracheal intubations in adult patients. *J Ultrasound Med*. 2011;30:671–6.
- Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, Gent LM, Atkins DL, Bhanji F, Brooks SC, de Caen AR, Donnino MW, Ferrer JME, Kleinman ME, Kronick SL, Lavonas EJ, Link MS, Mancini ME, Morrison LJ, O'Connor RE, Sampson RA, Schexnayder SM, Singletary EM, Sinz EH, Travers AH, Wyckoff MH, Hazinski MF. Part 1: executive summary: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132(suppl 2):S315–S367.
- Osman A, Sum KM. Role of upper airway ultrasound in airway management. *Journal of Intensive Care*. 2016;4:52. doi: 10.1186/s40560-016-0174-z.

- Owen RL, Cheney FW. Endobronchial intubation: A preventable complication. *ANESTHESIOLOGY*. 1987;67:255–7.
- Pluijms WA, van Mook W, Wittekamp BH, Bergmans D. Postextubation laryngeal edema and stridor resulting in respiratory failure in critically ill patients: updated review. *Crit Care*. 2015;19:295. doi: 10.1186/s13054-015-1018-2.
- Ramsingh D, Frank E, Haughton R, Schilling J, Gimenez KM, Banh E, Rinehart J, Cannesson M. Auscultation versus Point-of-care Ultrasound to Determine Endotracheal versus Bronchial Intubation. *Anesthesiology*. 2016;124:1012-20.
- Schwartz DE, Lieberman JA, Cohen NH. Women are at greater risk than men for malpositioning of the endotracheal tube after emergent intubation. *Crit Care Med*. 1994;22:1127-31.
- Shibasaki M, Nakajima Y, Ishii S, Shimizu F, Shime N, Sessler DI. Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology*. 2010;113(4):819–24.
- Sitzwohl C, Langheinrich A, Schober A, Krafft P, Sessler DI, Herkner H, Gonano C, Weinstabl C, Kettner SC. Endobronchial intubation detected by insertion depth of endotracheal tube, bilateral auscultation, or observation of chest movements: Randomised trial. *BMJ*. 2010;341:c5943.
- Sustic A. Role of ultrasound in the airway management of critically ill patients. *Crit Care Med*. 2007;35[Suppl.]:S173-S177.
- Szekely SM, Webb RK, Williamson JA, Russell WJ. The Australian Incident Monitoring Study. Problems related to the endotracheal tube: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care*. 1993;21:611-6.

- Techanivate A, Kumwilaisak K, Samranrean S. Estimation of the proper length of orotracheal intubation by Chula formula. *J Med Assoc Thai.* 2005;88:1838-46.
- Terkawi AS, Karakitsos D, Elbarbary M, Blaivas M, Durieux ME. Ultrasound for the anesthesiologists: Present and future. *Scientific World Journal.* 2013;2013:683-5.
- Varshney M, Sharma K, Kumar R, Varshney PG. Appropriate depth of placement of oral endotracheal tube and its possible determinants in Indian adult patients. *Indian J Anaesth.* 2011;55:488–93.
- Zamudio MA, Casas FD. El uso del ultrasonido en el manejo de la vía aérea. *Rev Colomb Anesthesiol.* 2015;43:307–13.

ANEXOS

Anexo A. Variables Independientes

Variable	Definición Operacional	Tipo de Variable
Edad	Registrada como la edad de la paciente en años cumplidos, obtenida en el record de anestesia.	Cuantitativa de Razón
Sexo	Registrado como masculino o femenino según las características fenotípicas del paciente.	Cualitativa Nominal
Peso	Registrado en kilogramos.	Cuantitativa de Razón
Talla	Registrado en kilogramos.	Cuantitativa de Razón
Índice de masa corporal	Registrado en la unidad de medida kg/m ² .	Cuantitativa de Razón
ASA	Clasificación del estado físico del paciente, de acuerdo a la escala de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) y se obtuvo en la valoración preanestésica realizada por el anestesiólogo tratante.	Cualitativa Ordinal
Tipo de cirugía	Clasificación dada al procedimiento quirúrgico según la prioridad de la intervención.	Cualitativa Nominal
Tipo de tubo endotraqueal	Clasificación dada a los tubos endotraqueales según sus características y material de elaboración.	Cualitativa Nominal
Tamaño de tubo endotraqueal	Registrado según milímetros del diámetro interno.	Cualitativa Ordinal
Clasificación Cormack	Escala que valora la dificultad para visualizar la glotis durante la laringoscopia, se obtuvo de los datos registrados en el record de anestesia.	Cualitativa Ordinal
Distancia medida del TET a la comisura labial	Registrada en centímetros.	Cuantitativa de Razón
Distancia calculada	Registrada en centímetros y calculada basada en	Cuantitativa

del TET a la comisura labial	las siguientes fórmulas, que fueron diseñadas en el estudio de Gómez JC et al. ⁴ : Hombres = $11.413 + (0.072 \times \text{talla en cm}) - 3$; Mujeres = $13.555 + (0.056 \times \text{talla en cm}) - 3$.	de Razón
Personal que realiza la intubación	Variable de tipo nominal que describe quien realiza la intubación.	Cualitativa Nominal
Dispositivo utilizado para abordaje de la Vía Aérea	Variable de tipo nominal que describe el tipo de dispositivo que se utilizó para abordar la vía aérea del paciente.	Cualitativa Nominal
Realización de verificación del posicionamiento del TET	Variable de tipo nominal que describe si se realizó o no verificación.	Cualitativa Nominal
Instrumento o examen de verificación del posicionamiento del TET	Variable de tipo nominal que describe como se realizó la verificación y con qué dispositivo.	Cualitativa Nominal
Tamaño de columna de aire en el diámetro latero-lateral en la ventana tiroidea (UCI)	Medida con ecografía y registrada en milímetros.	Cuantitativa de Razón
Presencia de estridor post-extubación (UCI)	Variable de tipo nominal que registra presencia o no de estridor post-extubación en los pacientes estudiados en UCI.	Cualitativa Nominal

Anexo B. Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE SALUD

PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN ANESTESIOLOGIA Y REANIMACION

PROYECTO:

VALORACION ECOGRÁFICA DE LA UBICACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL
EN PACIENTES DE CIRUGÍA DE URGENCIA, ELECTIVA Y UCI.

Investigadores Responsables: Lizette Benavides Villamizar, Héctor Hugo Torres Wilches, Héctor Julio Meléndez Flórez. Unidad especializada de Anestesiología. Departamento de Cirugía. Facultad de Salud. Universidad Industrial de Santander.

Apreciado Señor(a):

Queremos invitarlo a participar voluntariamente en el estudio titulado “Valoración ecográfica de la ubicación del tubo endotraqueal en pacientes de cirugía de urgencia, electiva y UCI”, para lo cual solicitamos su autorización.

Este documento contiene la información necesaria para que usted pueda decidir libremente si desea participar en el estudio. A continuación, lo invitamos a leer el documento cuidadosamente y posterior a ello, tiene el derecho a hacer todas las preguntas que estime convenientes antes de informarnos su decisión.

Se trata de un trabajo de investigación donde se le realizará un examen con un

aparato llamado ecógrafo en el cuello y el tórax, con el fin de obtener unas imágenes dinámicas de sus pulmones y tráquea para determinar la posición del tubo endotraqueal y definir si está adecuadamente posicionado. Este procedimiento será realizado por una persona entrenada en el tema cuando usted esté anestesiado e intubado. Además, los resultados obtenidos durante el examen se relacionarán con algunos datos que serán recolectados mediante la revisión de su historia clínica y el interrogatorio previo a la cirugía.

El objetivo de este estudio es describir la correcta ubicación del tubo endotraqueal evaluada a través del examen ecográfico en pacientes llevados a cirugía y que se encuentran en la UCI. Si dentro del examen realizado encontramos alguna alteración en la evaluación ecográfica, se informará al anestesiólogo a cargo, para que tome las conductas que considere pertinentes a seguir.

De igual forma le garantizamos que la información personal brindada al interrogatorio y la derivada de la revisión de su historia clínica será manejada solo por los investigadores a cargo de la misma y para fines exclusivamente académicos, manteniéndose en todo momento la confidencialidad de sus datos personales, los cuales se manejarán bajo los lineamientos estipulados en la Ley Estatutaria 1581 de 2012 y la resolución de rectoría 1227 de 2013 de la Universidad Industrial de Santander.

También deseamos explicarle que su participación es absolutamente voluntaria y que su rechazo para participar en la misma no implicará dificultad alguna para continuar con su proceso de atención ni traerá consecuencias negativas para usted.

Del mismo modo, si usted decide retirarse voluntariamente del estudio en cualquier momento, ello no afectará la atención que usted reciba en las entidades

de salud, ni perderá ninguno de los beneficios que le corresponden por Ley.

Adicionalmente, el examen ecográfico no representa ningún riesgo para su integridad física o mental, y se aclara adicionalmente que ni usted ni su familia tendrán que pagar por ellos ni tampoco recibirán algún beneficio económico por su participación en el estudio.

-Personas que pueden darle información adicional

Si usted desea hacer una consulta sobre el estudio puede contactar a:

Lizette Benavides Villamizar. Posgrado de Anestesiología y Reanimación.
Departamento de Cirugía. Facultad de Salud. Universidad Industrial de Santander.

Celular: 3008739533

E-mail: lizbevi901013@hotmail.com

Comité de ética en Investigación científica - Universidad Industrial de Santander, cuya función es velar por el cumplimiento de los aspectos éticos en la investigación e investigar situaciones de mala praxis.

Cra 32 # 29-31, Edif. 3, Of. 304B, Tel. 6344000 Ext. 3802.

Email: comitedetica@uis.edu.co

Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Industrial de Santander. Los lineamientos bajo los cuales se manejará su información están estipulados en la Ley estatutaria 1581 de 2012 y la resolución de rectoría 1227 de 2013 de la Universidad Industrial de Santander.

Declaración de Consentimiento Informado

Yo, _____,
identificado (a) con cedula de ciudadanía _____,
declaro estar de acuerdo en participar en el estudio VALORACION ECOGRAFICA
DE LA UBICACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL EN PACIENTES DE CIRUGIA
DE URGENCIA, ELECTIVA Y UCI.

Certifico que he sido informado(a), de forma clara sobre el objetivo de dicha investigación, que mi colaboración es voluntaria y que los datos por mi proporcionados, así como los derivados de la consulta de mi historia clínica serán tratados de forma ética, bajo los principios de confidencialidad e intimidad, siendo los mismo utilizados solo para los fines académicos de esta investigación.

Igualmente certifico que he entendido y comprendido la naturaleza del estudio, su objetivo, los procedimientos y demás aspectos relacionados, y que tuve la posibilidad de hacer preguntas para resolver mis dudas.

Acepto voluntariamente mi participación en el estudio y en constancia, firmo a continuación:

Firma del participante

(espacio para huella)

Cédula de Ciudadanía No. _____

Fecha: Día (_____) Mes (_____) Año (_____)

Nombre completo del profesional que obtuvo el consentimiento

Firma del profesional que obtuvo el consentimiento

Cédula de Ciudadanía No. _____

Fecha: Día (_____) Mes (_____) Año (_____)

Testigo 1

Testigo 2

Nombre: _____

Nombre: _____

Firma: _____

Firma: _____

BENEFICIOS ADICIONALES

La utilización de la información recolectada en estudios posteriores nos podría ayudar en el futuro a entender las causas y/o el comportamiento de la(s) entidad(es) anteriormente mencionada(s). Se puede dar el caso en donde usted y su familia no se beneficien directamente de estos estudios, pero tanto su familia como otros individuos afectados podrían beneficiarse. Por lo tanto, por favor marque su decisión con respecto al almacenamiento de los datos solicitados, las imágenes obtenidas y su utilización en estudios de investigación posteriores:

Deseo que la información obtenida y/o las imágenes que me fueron tomadas sean ELIMINADAS una vez completado el estudio.

Autorizo conservar la información y/o las imágenes que me fueron tomadas con la posibilidad de emplearla junto con el resultado del estudio en las situaciones señaladas a continuación:

1. En estudios complementarios de diagnóstico para mí o algún miembro de mi familia:

Si No

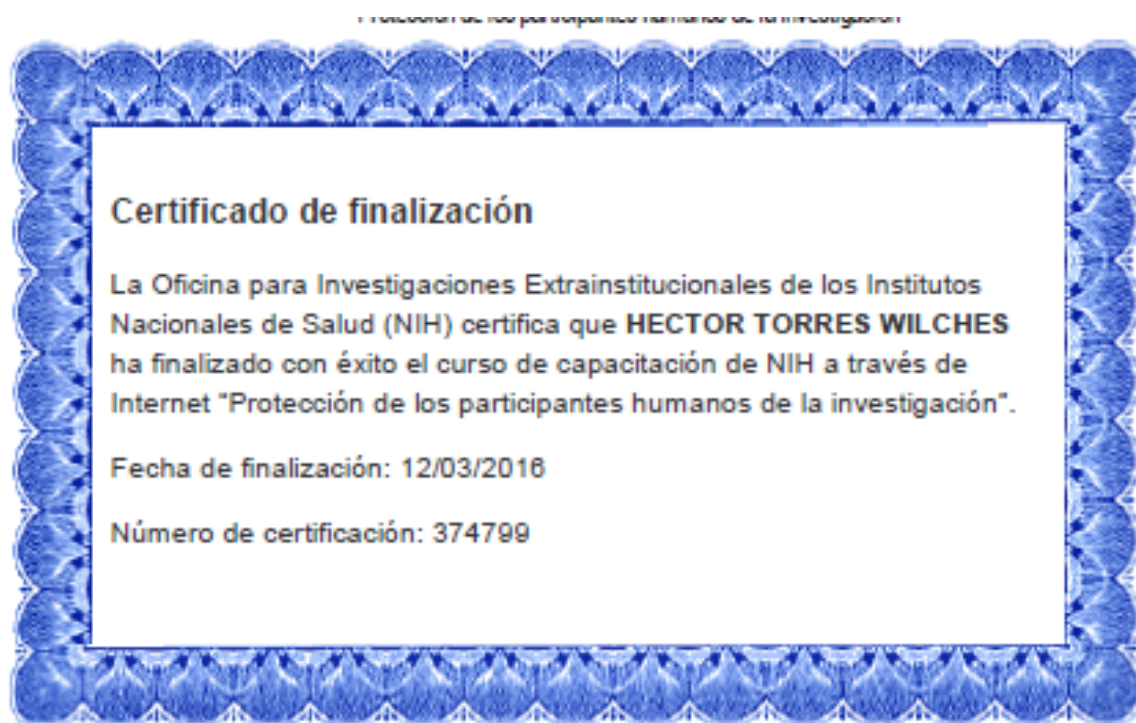
2. En estudios de investigación específicos para la(s) entidad(es), objeto de esta toma de imágenes y para el mejoramiento de técnicas diagnósticas en ultrasonido, siempre y cuando se conserve en anonimato mis datos de identificación:

Si No

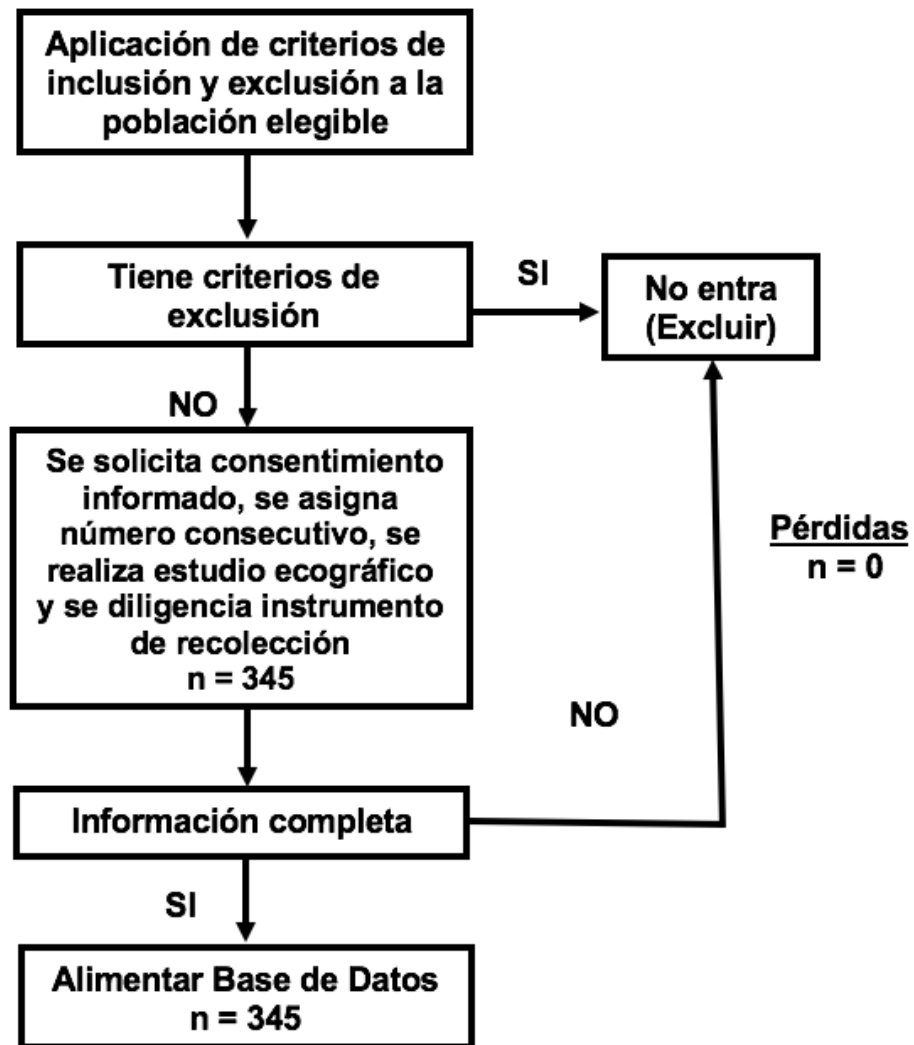
3. En estudios de investigación colaborativos con otras instituciones nacionales y/o internacionales, siempre y cuando exista acuerdo interinstitucional previo, aprobación del comité de ética y se conserve en anonimato mis datos de identificación:

Si No

Anexo C. Certificado de Buenas Prácticas



Anexo D. Flujo de Manejo de Pacientes



Anexo E. Instrumento de recolección de datos

VALORACIÓN ECOGRÁFICA DE LA UBICACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL EN PACIENTES DE CIRUGÍA DE URGENCIA, ELECTIVA Y UCI

- Fecha: ____/____/____
- Número de consecutivo: _____
- N° Historia Clínica: _____
- Edad: _____
- Sexo: _____
- Peso: _____
- Talla: _____
- IMC: _____
- Clasificación ASA: _____
- Tipo de cirugía: Urgente: _____ Electiva: _____ No aplica: _____
- Tipo de tubo endotraqueal: _____
- Tamaño del tubo endotraqueal: _____
- Clasificación Cormack: _____
- Personal que realiza Intubación:
Estudiante ó Md general _____ Residente _____ Especialista _____
- Dispositivo utilizado para abordaje de la vía aérea:

- Distancia a comisura labial medida: _____
- Distancia a comisura labial calculada: _____
Hombres = $11,413 + (0,072 \times \text{talla en cm}) - 3$

$$\text{Mujeres} = 13,555 + (0,056 \times \text{talla en cm}) - 3$$

- ¿Se realizó verificación del posicionamiento del tubo endotraqueal?
Sí _____ No _____
- ¿Qué instrumento o examen se utilizó para la verificación del posicionamiento del tubo endotraqueal?

A la evaluación ultrasonográfica según examen PLUS:

Criterio evaluado	Resultado
Deformación de la tráquea durante inflado de neumotaponador	
Signo del deslizamiento pleural derecho	
Signo del deslizamiento pleural izquierdo	

- ¿Se encuentra correctamente posicionado el tubo endotraqueal?
Sí _____ No _____
- Tamaño de columna de aire en el diámetro latero-lateral en la ventana tiroidea (Pacientes de UCI): _____

Anexo F. Certificado presentación evento internacional



Certificado

La Sociedad de Anestesiología de Chile
certifica que La Dra. Lizette Benavides

Presentó el Trabajo Libre Valoración
Ecográfica De La Ubicación Del Tubo
Endotraqueal En Pacientes De Cirugía De
Urgencia, Electiva Y Unidad De Cuidado
Intensivo (Uci) en el 46° Congreso Chileno de
Anestesiología junto a la co-autores M.D.
Mayra Meléndez, Rubén Heredia, Héctor
Torres, Héctor Julio Meléndez.

Pasaporte : AV272868


Dr. Jaime Escobar


Dr. Cristián Rocco M.

Santiago, 13 de Diciembre de 2018