



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

---

## DENOMINACIÓN DEL TRABAJO FINAL

---

“PREDICCIÓN DEL TAMAÑO DEL TUBO ENDOTRAQUEAL EN NIÑOS POR ECOGRAFÍA Y FÓRMULAS EMPÍRICAS SEGÚN EDAD”.

---

## ALUMNO

---

LUISINA CALZA, [luisina\\_calza@hotmail.com](mailto:luisina_calza@hotmail.com)

---

## TUTOR DEL PROYECTO

---

JOSÉ LUIS FURNO

---

## CO-TUTOR DEL PROYECTO

---

BRUNO DI MÓNACO

---

## RADICACIÓN DEL PROYECTO

---

HOSPITAL PROVINCIAL DEL CENTENARIO DE LA CIUDAD DE ROSARIO, SANTA FE, ARGENTINA.

---

## ÍNDICE

---

Resumen.....	pág 2
Introducción.....	pág 2
Objetivos.....	pág 4
Materiales y métodos.....	pág 4
Análisis estadístico.....	pág 6
Resultados.....	pág 7
Discusión.....	pág 11
Conclusiones.....	pág 12
Bibliografía.....	pág 13

---

## RESUMEN

---

**Introducción.** Las fórmulas basadas en la edad frecuentemente fallan a la hora de estimar el tamaño de tubo endotraqueal (TET) en niños. Por lo que se pone a prueba en este estudio la predicción del mismo a través de la medición del diámetro interno del cartílago cricoides por ecografía.

**Material y métodos.** Estudio observacional y transversal. Niños entre 2 y 8 años sometidos a intubación orotraqueal (IOT) para anestesia general. Medición del diámetro del cricoides por ecografía previo a IOT. El anestesiólogo a cargo estará ciego a la medición y realizará la elección según clínica. Se registrará el número calculado por fórmula, el elegido por el anestesiólogo, el final y número de veces que se necesita cambiar el TET. Se cotejarán los datos con el predicho por ecografía y las variables demográficas.

**Objetivo.** Determinar si a través de la medición ecográfica del diámetro interno del cartílago cricoides se predice con mayor precisión el tamaño del TET adecuado en niños que las fórmulas basadas en la edad y su correlación con sexo, edad, peso y talla.

**Conclusión.** Una apreciación clínica atenta en la elección del tamaño del TET, sería superior a las predicciones de tamaño a las de formulas matemáticas o mediciones con ecografía del diámetro cricoideo.

---

## PALABRAS CLAVES

---

VÍA AÉREA, ECOGRAFÍA, PEDIATRÍA, TUBO ENDOTRAQUEAL.

---

## INTRODUCCIÓN

---

El manejo de la vía aérea es un componente integral del cuidado general de los pacientes pediátricos intubados para cirugía bajo anestesia general y de críticamente enfermos que requieren una vía aérea segura. Uno de los conocimientos importantes que se debe tener en el manejo de la vía aérea (VA) de los pacientes pediátricos es la elección del tubo endotraqueal (TET)<sup>1</sup>.

La elección del TET en niños es esencial<sup>2</sup> para obtener una adecuada relación ventilación/oxigenación con presiones adecuadas en la vía aérea y circuitos respiratorios, bajas resistencias, disminución de la pérdida de gases frescos, sello adecuado que evite la regurgitación gástrica a los pulmones, y además para el control de gasto de insumos; por esta razón es necesario disponer de un método que permita establecer el tamaño más adecuado del tubo endotraqueal en la población pediátrica.

Si el TET es demasiado grande puede producir lesiones en las mucosas laríngea y traqueal, generando edema de la VA y causar problemas en la extubación (estridor post-extubación, estenosis subglótica o isquemia cartilaginosa); y si es demasiado pequeño se disminuye el área de la VA aumentando la resistencia al flujo de aire, hay mayor riesgo de aspiración (para TET sin balón), ventilación insuficiente y un monitoreo pobre de ETCO<sub>2</sub>, incrementando costos de insumos y riegos relacionados a la manipulación de la VA<sup>3-4</sup>. En los niños el punto más estrecho de la vía aérea se encuentra a nivel del cartílago cricoides,<sup>5-6</sup> siendo el segmento donde se produce el estridor post-extubación (EPE) cuando se tiene esta complicación.

El EPE es común y se puede presentar desde formas leves hasta críticas que comprometen la vida del paciente, los niños menores de 4 años son los más frecuentemente afectados; los factores que contribuyen al edema de la VA incluyen; el TET ajustado o con balón muy inflado, las intubaciones repetidas o traumáticas, el movimiento excesivo del tubo (o del paciente), la duración de la intubación, las condiciones generales del paciente, la perfusión sistémica, las anomalías preexistentes de la vía aérea e infecciones de la misma<sup>3</sup>. La incidencia de EPE es en parte relacionada con el ajuste hermético del tubo<sup>4</sup>.

El edema de la región subglótica es peligroso en el niño<sup>7</sup>, debido al limitado diámetro de las vías respiratorias; por ejemplo, si la tráquea tiene un diámetro de 4 mm, un edema circunferencial de 1 mm reduce el espacio restante en 75 % y como consecuencia, el trabajo respiratorio suplementario es considerable, pues la resistencia a un flujo de gas aumenta de manera inversamente proporcional a la potencia 4 del radio (ley de Poiseuille)<sup>8</sup>.

Esta circunstancia hace que en pacientes pediátricos sea fundamental la elección del tamaño del tubo endotraqueal (TET). Por lo que deben tenerse en cuenta las diferencias individuales en cada niño, esto hace que el tamaño del tubo sea diferente entre pacientes de la misma edad, lo importante a considerar es que en todos, el tubo debe deslizarse fácilmente y sus características se deben ajustar adecuadamente para producir ventilaciones y expansión torácica apropiadas.

Existen distintos métodos que permiten calcular y seleccionar el tamaño del TET adecuado para cada paciente, de acuerdo a su anatomía. Estos métodos son varios y toman diferentes características anatómicas como son: la medición del diámetro final del dedo meñique del niño o diámetro de la fosa nasal, cálculos de acuerdo a la edad del niño, como la de Cole<sup>9</sup> y Motoyama<sup>10</sup>, para tubos sin y con balón, respectivamente. Existe también un método llamado "Broselow pediatric resuscitation tape" el cual está basado en la longitud corporal<sup>11</sup>. Las correlaciones entre el diámetro interno (ID) de los TET y los métodos de su elección han sido muy estudiadas. Los más frecuentemente usados en la práctica en nuestro medio son la fórmula basada en la edad y el tamaño del dedo, pero ambas son medidas imprecisas<sup>12</sup>.

Ninguno de los métodos anteriores se puede extrapolar a toda la población, porque las características físicas de los pacientes no son las mismas cuando se tiene la misma edad, además si se tienen en cuenta que las diferencias fenotípicas también influyen en las variaciones enunciadas. Prueba de ello se observa en los niños orientales, en los que las fórmulas citadas para estimar el tamaño adecuado TET no aplican<sup>13</sup>; los investigadores de China han establecido una fórmula basada en la altura:  $2 + (\text{longitud corporal (cm)}/30)$ , además se comprobó que los datos de los niños europeos fueron comparables con los de USA<sup>13</sup>. Un estudio evalúa la correlación entre predicciones de las mediciones laríngeas externas con el tamaño del TET en niños, reporta que se presenta una correlación en sólo en uno de los puntos de reparo del 60%<sup>1</sup>.

La introducción de la tecnología de la ecografía, señala que la misma podría ser una herramienta útil como adyuvante de los métodos de valoración de la vía aérea<sup>14</sup>. Esta tecnología se caracteriza por ser un método diagnóstico no invasivo, portátil, seguro y relativamente económico<sup>15</sup>. Su aplicación para valoración de la VA es relativamente nueva e innovadora, existen estudios que describen claramente los hallazgos ecográficos de la VA superior y algunos estudios que relacionan la utilidad de la misma para una correcta elección del tamaño del TET en niños.

Entre los trabajos publicados de la utilización de esta tecnología se hallan: el de Shibasaki y col<sup>16</sup> que incluye 192 pacientes de 1 mes a 6 años, encontrando una correlación significativa entre la medición ecográfica y tamaño de TET final, el de Bae<sup>17</sup>, estudiando 141 niños menores de 8 años, encuentra una mayor predicción con ecografía, que la fórmula basada en la edad para TET sin balón. (60% vs. 31%,  $p < 0,001$ ), mientras que Gupta<sup>18</sup> realizó ecografía de la VA a 112 pacientes de 3 a 18 años de forma vigil, concluyendo también que la ecografía podría ser utilizada para valoración del diámetro subglótico de la tráquea en niños para estimar el tamaño apropiado del TET. Otros estudios relacionados son los de, Schramm<sup>19</sup> quien analizó a 50 niños menores de 5 años y demostró que a través de la ecografía se facilitaría la selección adecuada del TET en pacientes pediátricos y se disminuiría el número de re-intubaciones y Kim<sup>2</sup> que evaluó 215 niños de 1 a 72 meses, con resultados similares.

Debido a lo expuesto y a la necesidad de ser cautos en el manejo de la VA, para disminuir la instrumentación y las consecuencias que esto trae aparejado en los niños, se propone evaluar si el TET elegido clínicamente es correcto, estudiando la medición ecográfica del diámetro interno del cartílago cricoides y su relación con las variables demográficas de sexo, edad, peso y talla. Para ello se plantea como objetivo estudiar la correlación de las variables enunciadas y las mediciones ecográficas en niños de ambos sexos entre 2 y 8 años de edad, sometidos a intubación endotraqueal para anestesia general en cirugías electivas, ASA I o II.

---

## OBJETIVOS

---

**General.** Determinar si a través de la medición ecográfica del diámetro interno del cartílago cricoides (MEDICC) se predice con mayor precisión el tamaño del TET adecuado en niños que las fórmulas basadas en la edad.

**Secundarios:** Correlación de la MEDICC con sexo, edad, talla y peso.

---

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Previa aprobación por el Comité de Ética e Investigación del Hospital Provincial del Centenario de Rosario y consentimiento informado obtenido de los padres o tutores legales, se procedió a la realización de un trabajo observacional y transversal. Se reclutaron 52 pacientes entre agosto y diciembre de 2015. Se incluyeron niños entre 2 y 8 años de edad, sometidos a intubación endotraqueal para anestesia general, cirugías electivas ASA I o II, ambos sexos. No fueron incluidos niños sometidos a cirugía de urgencia, malformaciones craneofaciales o de la vía aérea que involucraron laringe, vía aérea dificultosa anticipada.

- **Método anestésico.**

Previo ingreso a quirófano, en sala de pre anestesia se registraron los datos demográficos y clínicos relevantes del paciente así como el procedimiento quirúrgico a que sería sometido.

En el quirófano, la monitorización según normas FAAAR consistió en el registro continuo del electrocardiograma (Dräger Infinity vista XL MS 18986USA), temperatura, presión arterial no invasiva, concentración inspirada de oxígeno, saturación de oxígeno de la hemoglobina y concentración final de espiración de CO<sub>2</sub> (Dräger Medical 8608214-00 Lübeck, Alemania).

La anestesia fue inducida con sevoflurano 8% por máscara facial con oxígeno al 100% por máscara facial. Se colocó una cánula de teflón 22 Gauge para acceso venoso periférico en miembro superior derecho o izquierdo y se perfundió solución de ClNa según necesidades quirúrgicas. Durante todo el procedimiento anestésico se administró la misma solución, a ritmos adecuados a los requerimientos del mismo. Una vez canalizada la vena periférica, se administró 2ug/kg de fentanilo y 0,1mg/kg de vecuronio. El mantenimiento de la anestesia se realizó con una infusión continua de 0,3 ug/kg/min de remifentanilo e isoflurano 1%.

Luego, con el niño inducido y previa intubación, mientras el anesthesiólogo ventilaba al paciente, el investigador procedió a la medición ecográfica.

Posteriormente el anesthesiólogo a cargo que indujo al paciente, realizó la IOT con el tubo que predijo según criterio clínico habitual.

En los pacientes de otorrinolaringología el TET seleccionado fue siempre con balón. Y en todos se utilizó la misma marca de TET (Rüsch, fabricados por Rüsch Uruguay Ltda, Montevideo, Uruguay), para disminuir diferencias de medidas de OD (diámetro externo del tubo) entre distintas manufacturas.

En caso de que el tubo no haya pasado fácilmente a través de las cuerdas o que haya sido demasiado pequeño, el anesthesiólogo cambió el tubo por uno mayor o menor, según hubiera correspondido.

Se calculó el número de TET que hubiera correspondido según fórmula por edad y se registró el que seleccionó el anesthesiólogo según clínica, el utilizado finalmente, el número de veces que se cambió, el diámetro interno del cricoides por ecografía (en mm) y las variables demográficas edad, sexo, peso y talla.

Las fórmulas según edad tomadas como referencia para comparar con la medición por ecografía:

- Tubos sin balón, fórmula de Cole<sup>9</sup>:

$$\text{Diámetro interno en mm} = (0.25 \times \text{edad en años}) + 4$$

- Tubos con balón, fórmula de Motoyama<sup>10</sup>:

$$\text{Diámetro interno en mm} = (0.25 \times \text{edad en años}) + 3.5$$

Se elige el número de TET inmediato inferior.

#### Medición:

El diámetro interno del cartílago cricoides se estimó con un ecógrafo "Sonosite" Micromaxx con transductor lineal L38e (fabricados en Estados Unidos, Washington) de 5 a 10 MHz (2,5 cm de penetración) por un operador diferente al de la intubación, que no participó en la decisión de elección del tamaño del TET,

La sonda ecográfica se posicionó en la cara anterior del cuello en forma transversal con el paciente en posición de olfateo, según la descripción realizada por Shibasaki<sup>16</sup>. Se midió la distancia entre las paredes internas de forma transversal del lado interno y se consideró a esta medición como diámetro interno del anillo cricoides, medido en milímetros.

Los anestesiólogos que intubaron fueron cegados a los resultados de la medición ecográfica

- **Procedimiento de intubación**

Luego de realizada la medición ecográfica, el anestesiólogo a cargo que indujo al paciente, realizó la intubación Orotraqueal IOT con el tubo del diámetro que predijo según clínica.

En casos en los que el tubo seleccionado presente dificultades para ser colocado con facilidad, el anestesiólogo cambió el tubo por uno mayor o menor, según hubiera correspondido según su opinión clínica.

- **Variables de estudio**

#### **Variables independientes**

- Diámetro interno del cartílago cricoides medido por ecografía**

#### **Variables dependientes**

- Características del TET utilizado (ID: Diámetro interno en milímetros) con balón o sin balón.**

#### **Otras variables**

- Sexo**
- Edad**
- Peso**
- Talla**
- Tamaño de TET predicho clínicamente**
- Número de veces que se necesitó cambiar el TET**
- TET con balón o sin balón**

Las fórmulas según edad tomadas como referencia para comparar con la medición por ecografía:

- Tubos sin balón, fórmula de Cole<sup>9</sup>:

$$\text{Diámetro interno en mm} = (0.25 \times \text{edad en años}) + 4$$

- Tubos con balón, fórmula de Motoyama<sup>10</sup>:

$$\text{Diámetro interno en mm} = (0.25 \times \text{edad en años}) + 3.5$$

Se elige el número de TET inmediato inferior.

---

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

---

Se presentó el promedio junto con el desvío estándar (DE) para la descripción de las variables continuas evaluadas. Para la descripción de las variables categóricas se presentaron tablas de frecuencias absolutas y porcentuales.

En particular, se analizó concordancia entre el número de TET utilizado final y aquel que indicaba la fórmula, la clínica o la ecografía, mediante el índice Kappa ponderado (junto con su correspondiente intervalo de confianza del 95%; IC<sub>K;95%</sub>). La asociación entre variables continuas o bien ordinales, fue evaluada mediante el Coeficiente de

correlación de Spearman. La comparación entre niños y niñas con respecto a la medición del cricoides (mm) y con respecto a la medida del TET utilizado final (mm) se llevó a cabo mediante el Test de la U de Mann-Whitney.

Los resultados con una probabilidad asociada menor que 0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

---

## RESULTADOS

---

Se incluyeron en el estudio 52 pacientes, de los cuales el 35% fueron niñas (18/52). La edad promedio fue 5 años (DE:  $\pm 1,6$ ). El peso promedio fue 20 kg (DE:  $\pm 5,4$ ) y la talla promedio fue 105 cm (DE:  $\pm 12,4$ ).

Con respecto al uso de balón, se utilizó en el 98% de los pacientes (51/52).

En la tabla 1, se observa que se requirió cambiar de TET en el 23% de los casos.

**Tabla 1** - Distribución de los pacientes de acuerdo al número de cambios del TET.

Número de cambios del TET	n	%
0	40	77
1	11	21
2	1	2
<b>Total</b>	52	100

En las tablas 2, 3 y 4 se puede observar la fuerza de concordancia a través del índice kappa ponderado comparando el número de TET utilizado final con el número correspondiente a fórmula, ecografía y clínica, respectivamente.

Los valores correspondientes a cada una de las tablas, respectivamente son los siguientes:

Índice Kappa ponderado  $K=0,39$   $IC_{K;95\%}(0,25; 0,54)$ , según fórmula por edad.

Índice Kappa ponderado  $K=0,41$   $IC_{K;95\%}(0,24; 0,58)$ , según ecografía.

Índice Kappa ponderado  $K=0,75$   $IC_{K;95\%}(0,60; 0,89)$ , según clínica.

Se puede deducir, que existe una muy fuerte concordancia a favor de la elección a través de la clínica con un índice kappa ponderado de  $k=0,75$ .

**Tabla 2** - Distribución de los pacientes de acuerdo al número de TET según fórmula y Número de TET utilizado final.

Número de TET según fórmula	Número de TET utilizado final				
	4	4.5	5	5.5	Total
4	0	0	1	0	1
4.5	4	3	1	0	8
5	1	6	18	2	27
5.5	0	0	7	5	12
6	0	0	1	3	4
<b>Total</b>	5	9	28	10	52

**Tabla 3** - Distribución de los pacientes de acuerdo al número de TET según ecografía y Número de TET utilizado final.

Número de TET según ecografía	Número de TET utilizado final				
	4	4.5	5	5.5	Total
3.5	2	0	0	0	2
4	2	2	0	1	5
4.5	1	3	2	0	6
5	0	2	14	3	19
5.5	0	2	10	5	17
6	0	0	2	1	3
<b>Total</b>	5	9	28	10	52

**Tabla 4** - Distribución de los pacientes de acuerdo al número de TET según clínica y Número de TET utilizado final.

Número de TET según clínica	Número de TET utilizado final				
	4	4.5	5	5.5	Total
4	5	0	0	0	5
4.5	0	5	2	0	7
5	0	4	26	4	34
5.5	0	0	0	5	5
6	0	0	0	1	1
<b>Total</b>	5	9	28	10	52

Frente a la gran concordancia observada en la distribución de los pacientes de acuerdo al número de TET con la clínica y número de TET utilizado final, se consideró oportuno analizar en detalle a los 11 pacientes para los cuales ambos número de TET no fueron coincidentes (es decir, aquellos que se encontraban fuera de la diagonal principal remarcada en color en la Tabla 4). En particular, se observó para dichos pacientes el valor del IMC (índice de masa corporal) y su edad. (Tabla 5)

**Tabla 5** – Número de TET según la clínica, número de TET utilizado final, IMC y edad para los pacientes en los cuales no fueron coincidentes dichos números de TET.

Número de TET según la clínica	Número de TET utilizado final	IMC	Edad
4.5	5.0	17.0	3
		20.0	3
5.0	4.5	15.0	5
		15.1	5
		15.4	4
		15.5	4
5.0	5.5	23.6	6
		24.2	6
		24.9	5
		26.7	5
6.0	5.5	20.2	7

A continuación, se describe la asociación entre el TET utilizado final con la edad, el peso, la talla y el IMC. Se encontraron diferencias significativas con un valor de p menor a 0,01 en cada una de estas variables.

**Tabla 6** – Evaluación de la asociación entre el TET utilizado final (mm) con la edad, el peso, la talla y el IMC (n=52).

	TET utilizado final (mm) vs. Parámetros biométricos			
	Edad	Peso	Talla	IMC
<b>Coef. de correlación de Spearman</b>	0.647	0.597	0.370	0.506
<b>P</b>	<0.001	<0.001	0.007	<0.001

Con respecto al análisis del tamaño del TET final (mm) según sexo, no se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos (p=0,241; Test de la U de Mann-Whitney).

A continuación se presentan los valores de la asociación entre la medición del cricoides en mm con la edad, el peso, la talla y el IMC. En todos los casos resultó significativa.

**Tabla 6** – Evaluación de la asociación entre la medición del cricoides (mm) con la edad, el peso y la talla (n=52).

	<b>Medición del cricoides (mm) vs. Parámetros biométricos</b>			
	<b>Edad</b>	<b>Peso</b>	<b>Talla</b>	<b>IMC</b>
<b>Coef. de correlación de Spearman</b>	0,355	0,423	0,463	0,138
<b><i>p</i></b>	0,010	0,002	0,001	0,330

Se comparó la medición del cricoides en los niños y en las niñas; la medición mediana de ambos subgrupos no presentó diferencias significativas ( $p=0,813$ ; Test de la U de Mann-Whitney).

En el presente trabajo se comparó el número de TET final con el número que le correspondería según fórmulas por edad, clínica y medición ecográfica del diámetro interno del cartílago cricoides.

Se halló que la ecografía tuvo una fuerza de concordancia a través del índice kappa ponderado de 0,41; versus 0,39 de las fórmulas por edad y 0,75 según la clínica.

De los resultados que se obtuvieron, se puede expresar que a través de la elección clínica, se obtuvo un mayor grado de correlación; y que con respecto a los otros métodos (ecografía y fórmulas por edad), aunque semejantes entre sí; son inferiores a la evaluación clínica del anesthesiólogo.

En lo que respecta a las características demográficas de la población en estudio se observó una mayor proporción de niños de sexo masculino (66%), con una edad promedio de 5 años (DE:  $\pm 1,6$ ), peso promedio de 20 kg (DE:  $\pm 5,4$ ) y la talla promedio de 105 cm (DE:  $\pm 1 2,4$ ). Al comparar la medición del cricoides en los niños y en las niñas, la distribución se ve que es muy similar y en la medición promedio de ambos no se encuentran diferencias significativas ( $p=0,813$ ). Tampoco se encontraron diferencias significativas en la distribución del tamaño del TET utilizado entre ambos sexos ( $p=0,241$ ).

Las correlaciones entre el diámetro interno (ID) de los TET y los métodos de su elección han sido muy estudiados.

La introducción de la tecnología de la ecografía, podría ser una herramienta útil como adyuvante de los métodos de valoración de la vía aérea<sup>14</sup>. Su aplicación para valoración de la VA es relativamente nueva e innovadora, existiendo estudios que describen claramente los hallazgos ecográficos de la VA superior y otros como los de Shibasaki<sup>16</sup>, Bae<sup>17</sup>, Schramm<sup>19</sup>, Gupta<sup>18</sup> y Kim<sup>2</sup> que relacionan la utilidad de la misma para una correcta elección del tamaño del TET en niños.

Shibasaki<sup>16</sup> en 2010 concluyó que la medición ecográfica del diámetro de la VA facilita la selección apropiada del tamaño del TET en pacientes pediátricos y es mejor que las fórmulas basadas en edad y peso. El TET que fue considerado óptimo cuando se detectó una fuga traqueal a una presión de inflación entre 10-20 cm de H<sub>2</sub>O, ya sea con o sin manguito, de lo contrario, se intercambiaba el TET.

Lo vinculado a la determinación del número de TET adecuado en este trabajo se realizó a través de la evaluación clínica, al deslizarse sin dificultades por la tráquea y permitiendo una adecuada expansión torácica; utilizándose TET con balón en el 98% de los pacientes (51/52) y requerir cambiar de TET en el 23% de los casos. En los casos en los que el TET inicial era pequeño, en lugar de cambiarlo por uno de mayor tamaño, se insuflaba el balón con el objetivo de lograr un sellado traqueal adecuado. Probablemente al hacerlo, se evitaba una mayor manipulación de la vía aérea y no se sometía al paciente a otra laringoscopia u otras maniobras. Esta decisión de no intercambiar el TET, es posiblemente útil para procedimientos cortos y no para pacientes ventilados por largos períodos. Entonces es aquí, donde la diferencia se favorecería tal vez, a favor de la clínica.

Shibasaki<sup>16</sup> fue uno de los primeros autores que estimó la predicción del número de TET por ultrasonografía y fórmulas por edad; realizando la medición después de la administración de vecuronio, sin ventilación o peep, para minimizar las fluctuaciones del diámetro traqueal. Los resultados de las fórmulas por edad son semejantes a los obtenidos en este estudio. Sin embargo, difieren los relacionados a la medición ecográfica.

Bae<sup>17</sup> en el 2011 concluyó que el ultrasonido puede ser un medio útil para la selección correcta del tamaño del tubo traqueal sin balón (60%) en comparación con la fórmula basada en la edad (31%) en pacientes pediátricos. Sin embargo, incluso con el uso de ecografía, la tasa de éxito de la selección de tamaño de tubo correcto todavía no es muy alta. Sus hallazgos indicaron que la ecografía puede reducir cambios innecesarios de TET. También expresó que hay razones por las que la misma puede ser inadecuada para

elegir el correcto número de TET, ya que sólo mide el diámetro transverso, debido a que la columna de aire del cricoides aparece hiperecoica y genera una sombra acústica posterior que no permite evaluar al diámetro del cricoides en sentido antero posterior.

Schramm<sup>19</sup> compara dos distintos tipos de fórmulas por edad para TET sin balón, con la medición del diámetro transverso mínimo subglótico de la vía aérea por ecografía (sin especificar a qué nivel lo hacía). Encontró una predicción de un 48% para ecografía y de entre 24-40% para las fórmulas por edad. En ese estudio se concluyó que la medición del diámetro mínimo transverso subglótico de la VA por ecografía facilita la selección apropiada del TET en pacientes pediátricos y puede reducir el número de reintubaciones. El TET adecuado era el que presentaba una fuga audible a una presión entre 15-25 cm de mbar. Sus resultados fueron comparables a los de esta investigación en relación a la ecografía, pero no con los de las fórmulas por edad; probablemente ya que las mismas son distintas y a que en este estudio un 98% fueron TET con balón.

Kim<sup>2</sup> en 2013 encontró una alta correlación entre la medición ecográfica subglótica y OD del TET con una  $R^2=0,834$  y con la medición de las paredes externas del TET posterior a la intubación  $R^2=0,425$ . Describió una mayor correlación de datos biográficos (edad, peso y altura) en niños mayores de 12 meses y ecografía. Concluyó que la medición ecográfica del diámetro subglótico ayuda en la elección del diámetro de TET apropiado en niños. Sin embargo, sus resultados por sí solos no son suficientes para asegurar la confiabilidad de la ultrasonografía<sup>2</sup>.

Una de las debilidades que presenta este estudio es que se realizó sólo una medición durante la ventilación y probablemente hubiera sido más preciso hacer varios cálculos en inspiración y espiración, realizando luego un promedio de éstas; como en el estudio de Kim<sup>2</sup> que hacen un promedio de tres mediciones.

Otra limitación en cuanto a la comparación con otros estudios, está en relación con la edad de los pacientes estudiados; ya que el menor diámetro en la vía aérea se encuentra a nivel del cartílago cricoides hasta los 8 años, existiendo estudios como el de Gupta<sup>18</sup> en el que evalúa a pacientes hasta 18 años y realiza la medición con el paciente despierto.

Estudios como los de Shibasaki<sup>16</sup> y Gupta<sup>18</sup> no especifican la marca del TET con los que realizaron los estudios, siendo importante que esto se tenga en cuenta al momento de hacer las comparaciones, debido a que existen diferencias en el OD de las distintas manufacturas.

En relación al IMC, se encontró que podría influir sobre el tamaño del TET. Pero para ello debería realizarse un proyecto de investigación que incluya un número mayor de pacientes pediátricos.

A pesar de las distintas utilidades de la ecografía, existe una debilidad: que es operador dependiente, aunque es relativamente simple de aprender; requiriéndose un total aproximado de 15 procedimientos por operador para obtener medidas fiables y reproducibles<sup>16</sup>.

Al cotejar con las distintas publicaciones, se expuso en este estudio el valor indiscutible de la valoración clínica anestesiológica; aunque sería conveniente realizar más estudios a los fines de disminuir la manipulación innecesaria de la VA de los pacientes pediátricos en áreas de cuidados críticos y anestesia pediátrica.

---

## CONCLUSIONES

---

Se ha demostrado en este estudio, que en niños, una apreciación clínica atenta en la elección del tamaño del TET, sería superior a las predicciones de tamaño que cuando se compara la elección con formulas matemáticas o mediciones con ecografía del diámetro cricoideo.

1. Hernandez Sabogal J, Kling J. Correlación entre mediciones laríngeas externas con el tamaño del tubo endotraqueal en niños, E-docUR. [Internet]. Documentos de la Universidad El Rosario. Bogotá; 2010. [actualizado 11 de jun 2010; consultado 23 May 2015]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/1997/40215985.pdf>
2. Kim EJ, Kim SY, Kim W O, et al. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2013; 57: 1124-1130.
3. Kemper KJ, Benson MS, Bishop MJ. Predictors of postextubation stridor in pediatric trauma patients, *Critical Care Medicine.* 1991; 19(3): 352-355.
4. Rodriguez Martinez C, Guzmán MC, Sossa MP. Factores relacionados con el desarrollo de croup post extubación en pacientes pediátricos en el hospital Santa Clara. *Revista Colombiana de Neumonología.* 2002; 15(4) 190-196.
5. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. “Anestesiología clínica”, Editorial El Manual Moderno - México; 4ta Ed (2007). Pág 901.
6. Schmidt AR, Engelhardt MW, Engelhardt T. The paediatric airway, Basic principles and current developments, *Eur J Anaesthesiol.* 2014; 31:293–299.
7. Botto HA, Pérez CG, Cocciaglia A, et al. Diagnóstico y tratamiento de las estenosis subglóticas en pediatría: experiencia en un hospital de alta complejidad. *Arch Argent Pediatr [Internet].* 2015. [Citado 14 Feb 2016]; 113(4):368-372.
8. Westerhof N, Stergiopulos N, Noble M. “Snapshots of hemodynamics: an aid for clinical research and graduate education”, Editorial Springer Science – Berlin; 2da Ed (2010). Pág 9-14.
9. Cole F. Pediatric formulas for the anesthesiologist. *AMA J Dis Child,* 1957, 94:672–3.
10. Motoyama EK; Endotracheal intubation. In *Smith’s Anesthesia for Infants and Children.* St Louis, CV Mosby, 1990; 269–75.
11. Jang HY, Shin SD, Kwak YH. Can the Broselow tape be used to estimate weight and endotracheal tube size in Korean children? *Acad Emerg Med.* 2007; 14(5):489-91.
12. Van den Berg A, Mpsanza T. Choice of tracheal tube size for children: finger size or age-related formula? *Anaesthesia.* 1997; 52(7):701-703.
13. Wang TK, Wu RS, Chen C, et al. Endotracheal tube size selection guidelines for Chinese children: prospective study of 533 cases. *J Formos Med Assoc.* 1997; 96(5):325-9.
14. Dalesio NM, Kattail D, Stacey L, et al. Ultrasound Use in the Pediatric Airway: The Time Has Come. *Anesth Analg.* 2014; 2:23-6.
15. Sustic A. Role ultrasound in the airway management of critically ill patients. *Crit Care Med.* 2007; 35(Suppl):S173-7.
16. Shibasaki M, Nakajima Y, Ishii S, et al. Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology.* 2010; 113: 819–24.
17. Bae JY, Byon HJ, Han SS, et al. Usefulness of ultrasound for selecting a correctly sized uncuffed tracheal tube for paediatric patients. *Anaesthesia.* 2011; 66: 994–8.
18. Gupta K, Gupta PK, Rastogi B, et al. Assessment of the subglottic region by ultrasonography for estimation of appropriate size endotracheal tube: A clinical prospective study. *Anesth Essays Res.* 2012; 6 (2):157-60.
19. Schramm C, Knop J, Jensen K, et al. Role of ultrasound compared to age-related formulas for uncuffed endotracheal intubation in a pediatric population. *Paediatr Anaesth.* 2012; 22: 781–6.
20. Eck JB. Prediction of tracheal tube size in children using multiple variables. *Pediatric Anesthesia.* 2002; 12: 495-498.

**Consentimiento escrito informado**

Se lo invita a participar en un estudio de investigación titulado: **“Predicción del tamaño del tubo endotraqueal en niños por ecografía y fórmulas empíricas según edad”**.

**Descripción del estudio:** Durante la intervención quirúrgica al niño se lo dormirá completamente y se lo conectará a un respirador, inhalando y exhalando a través de un pequeño tubo. El propósito de este estudio es realizar una ecografía del cuello (no produce dolor ni deja cicatrices) antes de colocar el tubo para registrar cuál será el tamaño correcto que le corresponde. Es una práctica que dura unos pocos segundos y no afecta al niño ni a la cirugía.

**Privacidad:** Todos los datos serán guardados en forma confidencial tanto su nombre como el del niño/a.

El niño no está obligado a participar en el estudio si así no lo desea, pudiendo negarse sin que ello afecte su derecho a seguir siendo tratado y controlado por sus médicos.

He leído y entendido la descripción del estudio y estoy satisfecho con la información obtenida. He decidido voluntariamente participar en el mismo:

Firma y aclaración del padre/madre/tutor del paciente

.....

Firma y aclaración de un testigo

.....

Firma del investigador principal

.....

Rosario, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

# Ficha de recolección de datos

Título: "Predicción del tamaño del tubo endotraqueal en niños por ecografía y fórmulas empíricas según edad".

Id paciente: \_\_\_\_\_ (iniciales del nombre y apellido)

Id ficha: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

Edad: (años cumplidos)	Sexo: F    M	Peso: (kg)	Talla: (cm)
Fecha de nacimiento:    /    /			

Procedimiento quirúrgico:

---

Según fórmula por edad		Según clínica		Final	
N° TET	Mm	N° TET	mm	N° TET	Mm

Balón SI  NO

N° de veces que el anesthesiólogo cambió el TET	
---	--

Medición ecográfica cricoides (mm)	
------------------------------------	--

Observaciones:

---

---

---

---

N° de TET según fórmula por edad:

- Sin balón:  $(0.25 * \text{edad en años}) + 4$
- Con balón:  $(0.25 * \text{edad en años}) + 3.5$

En caso de que el resultado sea ej: 5.25, se elegirá el menor; es decir 5.

id_ficha	id_paciente	sexo	Edad	fecha nacim	peso (k)	talla (cm)	Procedim

fórm_TET	fórm_mm	clínica_TET	clínica_mm	final_TET	final_mm	balón	Medic cricoides

N° cambio tet	Observac