



Análisis de la tipología traqueal de Mackenzie por tomografía computada

Analysis of the Mackenzie tracheal type by computed tomography



ARGENTINA

Vespa, Florencia D.¹; Ferro, Francisco¹; Macchia, Esteban A.¹; La Vía, María Belén²; Robles, Roxana E.^{1,2}; Güidi, María M.²; Mazzaferri, Juan S.²

¹ Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Instituto Oncológico "Ángel H. Roffo". Universidad de Buenos Aires (UBA)

Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires (UBA)

E-mail de autor: Florencia D. Vespa flor.vespa@gmail.com

Resumen

El estudio de la morfología traqueal se realiza por diversos métodos, tales como: escópico en autopsias, endoscópico, diagnóstico por imágenes, etc. Dentro del diagnóstico por imágenes el método de referencia es la tomografía computada multislice (TCMS). El conocimiento y análisis de dicha estructura no sólo presenta relevancia desde el interés de la ciencia básica sino también de la ciencia aplicada, verbi-gracia, se ha sugerido que la variable que más peso tiene en la injuria por intubación traqueal es la morfología de la tráquea. Por lo tanto, nuestro objetivo es determinar la distribución de la tipología traqueal de Mackenzie en la población del Instituto Oncológico "Ángel Roffo" a través de TCMS.

La morfología traqueal fue analizada en 68 pacientes para determinar la prevalencia según las variables morfológicas definidas por Mackenzie y otros autores, encontrando una moda en la categoría U, mientras en otros estudios fue la categoría C. Además, se realizaron cotejos mediante la prueba estadística de comparación de proporciones (Z) con una significación de 0,05 o menos buscando y encontrando diferencias estadísticamente significativas entre los autores de referencia y los resultados obtenidos, salvo algunas pocas categorías. En conclusión a través de la tomografía computada se puede determinar la distribución de la tipología traqueal de Mackenzie en una muestra de la población del Instituto Oncológico "Ángel H. Roffo" encontrando diferencias estadísticamente significativas con otros autores.

Palabras clave: tráquea, tomografía computada, morfología, variaciones anatómicas, vía aérea.

Summary

The trachea's morphological study can be performed by different methods, including scopic examination during autopsies, endoscopy and diagnostic imaging. Multislice computed tomography (MSCT) is the reference method in medical imaging.

Knowledge and analysis of the trachea's morphology is not only relevant to basic science, it is also important to applied science. It has been suggested that it is the most relevant variable in intubation injuries. Therefore, our goal is to determine Mackenzie's tracheal morphology distribution in Instituto Oncológico "Ángel Roffo" (oncological institute-UBA) by MSCT.

Tracheal morphology was reviewed in 68 patients to determine prevalence according to morphological variables defined by Mackenzie and other authors, finding a mode in the U category, place that the C category occupies in other studies. Furthermore, our results were analyzed through a comparison of proportions statistic test with a significance of 0,05 or less. Statistically significant differences were found between the authors of reference and the obtained results, except for a few categories.

In conclusion, Mackenzie's tracheal morphology distribution in Instituto Oncológico "Ángel Roffo" can be determined by computed tomography, finding out statistically significant differences with other authors.

Keywords: trachea, computed tomography, morphology, anatomical variations, airway.

Introducción

La tráquea es el elemento más largo de las vías respiratorias. Su mitad superior es cervical, mientras que su parte inferior es intratorácica. Por lo tanto, está sometida a presiones variables en el espacio y en el tiempo que dependen de la acción mecánica en la respiración.

El método de diagnóstico por imágenes de referencia permite tanto un análisis dimensional en los tres planos a través de secciones, utilizando la técnica de reconstrucción multiplanar (MPR), así también como la elaboración de una endoscopia virtual¹: la tomografía computada multislice (TCMS).

Considerando el desarrollo de la tráquea, las diferencias morfológicas más significativas las podemos encontrar hasta los ocho años de edad. Posteriormente, los cambios en sus dimensiones son proporcionales al crecimiento del organismo.²⁻³

En la bibliografía existente se ha encontrado que la forma de la tráquea es una variable de peso en los casos de injuria por intubación. Esto condujo a Mackenzie et al. a realizar un estudio de los cortes transversales de la tráquea entre el cuarto y el séptimo anillo traqueal, tanto en muestras post mortem (autopsias) como ante mortem (utilizando tomografía computada), generando categorías.

Dichos niveles los seleccionó considerando la ubicación aproximada de posicionamiento del manguito de una traqueotomía o bien un tubo oro-traqueal.

La tipología propuesta por Mackenzie se basa en sus estudios, sintetizando o categorizando los tipos de tráqueas en seis formas: C; U; D; elíptica; circular, triangular.

Por otro lado, Mackenzie et al. comunican que no hay correlación alguna entre la edad, el peso, la altura, el sexo o la etnia en ninguno de los estudios de la morfología traqueal. Si se pudiera identificar los diámetros previamente a la intubación endotraqueal se podría reducir el trauma durante dicho proceso, al elegir el manguito apropiado.⁴

Impulsados por la misma problemática, Mehta et al. realizaron otra investigación donde se estudiaron 200 disecciones de tráqueas de adultos con resultados que no coinciden con los postulados por Mackenzie.

Otros autores que abordan y tratan la misma problemática son: Baer et al., quienes consideraron la morfología en secciones transversales del séptimo y el duodécimo anillo traqueal en un total de 205 autopsias.

El manguito de un tubo endotraqueal es circular en una sección transversal. El mecanismo de sellado de la tráquea varía de acuerdo al manguito que se utilice. Si la sección transversal de la tráquea fuera siempre circular, la presión del manguito sería más baja y por lo tanto menos traumatizante. Para utilizar manguitos de gran volumen y baja presión es necesario conocer: la forma, la circunferencia y el diámetro de la tráquea. La insuflación excesiva del manguito de baja presión puede causar lesión traqueal, destrucción del epitelio y subsecuente metaplasia, tos crónica por acumulación de moco, ruptura traqueal, necrosis o estenosis. Se cree que el diámetro del manguito ideal debe tener una relación de uno y medio (1:1,5) con respecto al de la tráquea.⁵ Se destaca la importancia del conocimiento de la morfología traqueal a la hora de la intubación, y cuáles tienen concordancia con los manguitos utilizados en la práctica médica.⁶

Por lo tanto nuestro objetivo es determinar la distribución de la tipología traqueal de Mackenzie en la población del Instituto Oncológico "Ángel H. Roffo" a través de la tomografía computada.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, prospectivo y transversal de la morfología traqueal.

Las imágenes se obtuvieron con un Tomógrafo Helicoidal Multicorte Toshiba Aquilion 64. La adquisición de los estudios se realizó entre los meses de marzo y abril del 2018 en el Departamento de Diagnóstico por Imágenes del Instituto de Oncología "Ángel H. Roffo".

En los estudios seleccionados se administró medio de contraste endovenoso (ev) no iónico utilizando un volumen aproximado de 30-40 ml, con un flujo de 2 ml/s y realizando la adquisición de las imágenes a los 40 segundos de la administración del contraste ev. El software RadiAnt DICOM Viewer (64-bit) fue utilizado en primera instancia para el análisis y tratamiento de las imágenes, posteriormente se trabajó con Photoshop CC v.2014.0.0.

Los anillos fueron clasificados de acuerdo a las categorías publicadas por Mackenzie et al. (1978). Se consideró como criterios de exclusión la intubación, y cualquier patología que afectara la morfología traqueal. Fueron analizados 90 estudios de los cuales fueron eliminados 22, ya que la anatomía traqueal se veía alterada por comorbilidades.

La forma de la tráquea determinó a qué categoría pertenecía cada caso, considerándose para su registro el diámetro transversal, el diámetro anteroposterior y el ángulo entre la porción membranosa posterior y el cartílago del anillo traqueal en imágenes axiales a nivel de la articulación esternoclavicular en las TCMS de cuello.

Según las categorías publicadas por Mackenzie et al., se reconocen 6 formas traqueales:

la forma de C, es circular excepto por su porción membranosa posterior, la porción cartilaginosa forma un ángulo obtuso con la membrana y los diámetros transversales y anteroposterior son iguales;

- la forma de U, el cartílago forma un ángulo obtuso o recto con la membrana posterior y posee un diámetro anteroposterior mayor que el transversal;
- la forma de D tiene una mayor porción membranosa posterior, el cartílago forma un ángulo agudo con la membrana posterior y el diámetro transversal es mayor que el anteroposterior;
- la forma elíptica el cartílago forma un ángulo obtuso con la membrana posterior y tiene mayor diámetro transversal que anteroposterior;
- la forma triangular se caracteriza por tener un ángulo agudo entre el cartílago y la membrana posterior, posee igual diámetro transversal y anteroposterior;
- la forma circular el anillo cartilaginosa es casi completo y la porción membranosa posterior es muy pequeña, casi inexistente.

Por último, Baer et al. incorpora una categoría a las descriptas por Mackenzie: misceláneas. Esta incluye a todos los casos que se rechazan en las otras seis categorías. Todo lo antedicho ha sido sintetizado en la siguiente tabla, realizada por los autores. (Tabla I)







FORMA	DESCRIPCIÓN	ESQUEMA
C	Circular excepto por la porción membranosa posterior. La porción cartilaginosa forma un ángulo obtuso con la membrana. Los diámetros anteroposterior y transversal son iguales.	
D	Posee una larga porción membranosa. El cartílago forma un ángulo agudo con la membrana posterior. El diámetro transversal es mayor que el anteroposterior.	
U	La porción cartilaginosa forma un ángulo obtuso con la membrana posterior. El diámetro anteroposterior es mayor que el transversal.	
Triangular	El cartílago forma un ángulo agudo con la membrana posterior. Los diámetros transversal y anteroposterior son iguales.	
Circular	El anillo cartilaginoso es casi completo. La porción membranosa posterior es muy pequeña, casi inexistente.	
Elíptica	El cartílago forma un ángulo obtuso con la membrana. El diámetro transversal es mayor que el anteroposterior.	
Misceláneas	No coinciden con ninguna de las categorías anteriores	

Tabla I: Cuadro comparativo de las tipologías según Mackenzie considerando morfometría y morfología, salvo por la categoría "misceláneas", introducida por Baer et al.

El análisis de la morfología traqueal descrito precedentemente y su posterior categorización se realizó escópicamente y utilizando la medición de diámetros y ángulos, tal cual se observa en la siguientes imágenes. (Fig. 1)

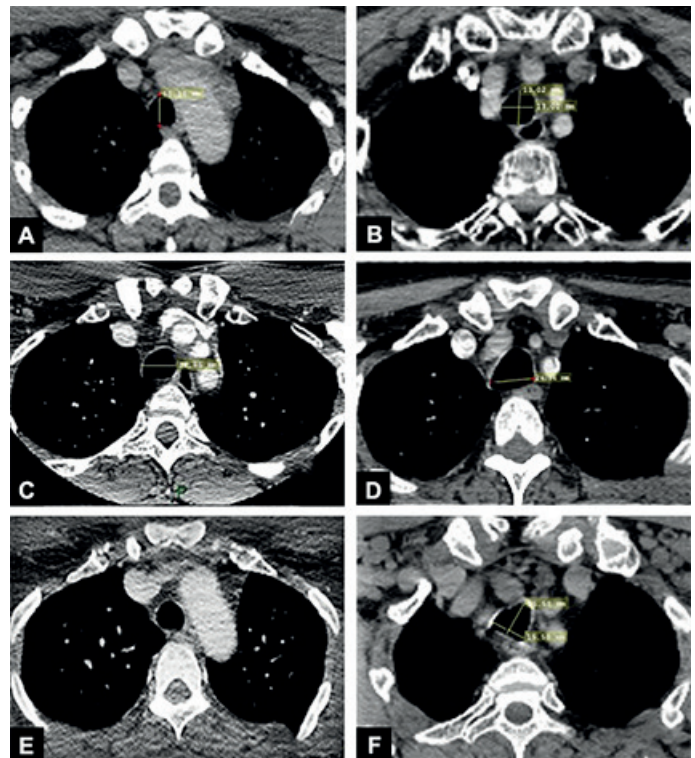


Fig. 1: Se observan seis cortes del cuello por TCMS pertenecientes a nuestra muestra, ejemplificando cada morfotipo. A=U ; B=C ; C=elíptica ; D=D ; E=circular ; F=triangular

Resultados

Sobre un tamaño muestral de 68 casos en estudios de Tomografía Computada encontramos, según las categorías de morfología traqueal descriptas por Mackenzie, las proporciones que se observan en la Fig. 2.

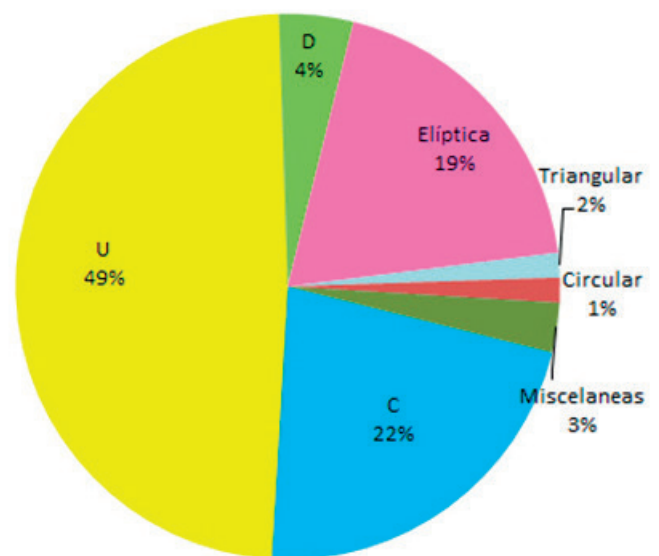


Fig. 2: Análisis proporcional de las tipologías por TCMS

Prueba Z	Mackenzie							Mehta		Baer
	con TC			Material cadavérico			TC	Baer	Nos	Nos
	Mehta	Baer	Nos	Mehta	Baer	Nos	Mat Cada- vérico			
C	0,0327	0,0844	0,0202	<0,0001	0,0004	0,0002	0,2576	0,0203	0,2552	0,1097
D	0,3777	0,4301	0,0632	0,3363	0,4258	0,0348	0,4823	0,3905	0,0532	0,0377
Triangular	0,1704	0,3341	0,2848	0,0124	0,4509	0,4337	0,3156	0,0027	0,0282	0,3898
U	0,1761	0,0430	0,0341	0,1364	0,0117	0,0017	0,4127	0,0906	<0,0001	<0,0001
Elíptica	0,0042	0,3663	0,1189	<0,0001	0,4626	0,0156	0,3957	<0,0001	0,0151	0,0047
Circular	0,0652	0,1740	0,2848	0,1305	0,0131	0,4337	0,3156	0,0001	0,2110	0,0293
Misceláneas										0,0001

Tabla II: Comparación de proporciones (Z) con una significación de 0,05

A partir de los resultados presentados en la **Fig. 2** se compararon los porcentajes entre los autores consultados entre sí y a su vez con los propios. Para ello, se utilizó una prueba de significación estadística: la comparación de proporciones (Z) con una significación de 0,05. (**Tabla II**)

Las diferencias estadísticamente significativas en la categoría C con respecto a nuestros resultados se encontraron con Mackenzie tanto en TC ($p=0,0202$) como en material cadavérico ($p=0,0002$).

En la categoría D se encontraron tanto con Mackenzie en material cadavérico ($p=0,0348$) como con Baer ($p=0,0377$).

En la categoría triangular se encontró diferencia estadísticamente significativa con Mehta ($p=0,0282$).

Con respecto a la categoría U, encontramos diferencia significativa estadísticamente con Mackenzie en material cadavérico ($p=0,0017$), con Mehta ($p<0,0001$) y con Baer ($p<0,0001$).

En la categoría elíptica hubo diferencias significativas con Mackenzie en material cadavérico ($p=0,0156$), con Mehta ($p=0,0151$) y con Baer ($p=0,0047$). En la categoría circular solo se encontró diferencia significativa con Baer ($p=0,0293$).

Por último, en cuanto a las formas misceláneas se encontró diferencia con Baer ($p=0,0001$).

Discusión

Las frecuencias relativas en cada una de las siete categorías según los diversos autores y las propias se pueden observar en la **Tabla III**.

La categoría más frecuentemente encontrada en nuestro estudio es la forma de U con un 48,53%, es decir, la moda. Mientras que en los estudios hechos por Mackenzie es sólo del 29,00% utilizando la TC y de un 27,00% en el estudio con material cadavérico. La misma categoría representada con 21,50% en la publicación de Mehta et al. y de un 16,30%, en Baer et al. , en ambos casos en material cadavérico.

Con respecto a la categoría en forma de C, en nuestro estudio representó un 22,06%, siendo la segunda en frecuencia, mientras que en los estudios realizados por Mackenzie fue la moda, es decir, categoría más frecuente, tanto en su estudio por TC (42,00%) como con material cadavérico (48,60%). De igual manera lo fue para Baer et al. con un 29,70%.

En nuestro trabajo el tercer lugar por su frecuencia lo obtuvo la categoría en forma Elíptica con un 19,12%, mientras que en los estudios por tomografía de Mackenzie fue de 9,70% y del 8,20% sobre material cadavérico, en Baer un 7,90% y llamativamente en Mehta en un 33,00% representando la moda en su muestra.

El cuarto lugar en nuestro estudio se encuentra ocupado por la categoría en forma de D (4,41%). Mientras que ocupa el tercer lugar en los estudios de Mackenzie, tanto por TC (12,90%) como en material cadavérico (12,60%), y de Baer (11,88%). Con respecto a lo encontrado por Mehta se en-

Autor	C	D	Triangular	U	Elíptica	Circular	Misceláneas	Tamaño muestral
Mackenzie Cad	48,60%	12,60%	1,80%	27,00%	8,20%	1,80%		111
Mackenzie TC	42,00%	12,90%	3,20%	29,00%	9,70%	3,20%		31
Mehta	26,00%	11,00%	8,00%	21,50%	33,00%	0,50%		200
Baer	29,70%	11,88%	2,00%	16,30%	7,90%	7,90%	24,26%	205
Nos	22,06%	4,41%	1,47%	48,53%	19,12%	1,47%	2,94%	68

Tabla III: Frecuencias relativas de la tipología traqueal en los diferentes autores y métodos

cuentra, al igual que en nuestro estudio, en el cuarto lugar, con un 11,00%.

El último lugar en nuestro estudio se encuentra compartido y representado por las formas triangular y circular, ambas con un 1,47%, de igual modo ocurre en los estudios de Mackenzie, siendo de un 3,20% por TC y de un 1,80% en material cadavérico.

La principal diferencia en esta categoría se encuentra en los resultados de Baer y Mehta. En el estudio de Baer la forma circular posee un 7,90% y la triangular un 2,00%, siendo la menos frecuente de todas.

En cambio, en el estudio hecho por Mehta la forma triangular se encontró en un 8,00% de los casos y la forma circular en un 0,50% ocupando el último lugar.

La categoría misceláneas, categoría impuesta por Baer en su estudio cadavérico, el mismo encuentra un 24,26% de los casos, mientras que nosotros en nuestro estudio por TCMS encontramos un 2,94%.

No se descarta que esta diferencia en la frecuencia de las mismas esté influida por el método de estudio, siendo en un caso TCMS in vivo y en otro autopsia. Esta misma categoría no se encuentra presente ni en los estudios realizados por Mackenzie ni por Mehta.

A pesar de que nuestro estudio fue realizado con una muestra en TCMS en sujetos vivos, al igual que en el estudio de Mackenzie por TC, el resto de los autores e incluso el propio Mackenzie realizaron sus trabajos utilizando muestras cadavéricas.

Estos autores descartan la presencia de modificaciones en la forma de la tráquea a partir del periodo post mortem y de la preservación de la misma en medios como el formaldehído.

Esto se puede evidenciar en lo expuesto en la **Tabla II**, donde se muestra la comparación estadística entre los resultados obtenidos por Mackenzie en TC y en material cadavérico.

De esta manera se descarta que este sea un factor causal de la diferencia entre los resultados. Sin embargo, cabe destacar la amplia diferencia encontrada en la prueba de significación estadística entre la comparación de nuestros resultados con los de Mackenzie por TC y luego con los de Mackenzie por material cadavérico.

Debe tenerse en cuenta que en ambos estudios Mackenzie utilizó un n distinto (31 casos por TC y 111 casos cadavéricos), pudiendo ser éste un factor que modifica los resultados a nivel estadístico. Por lo tanto, sugerimos que en los próximos estudios que comparen en una misma población material cadavérico y TC, se utilice el mismo n en las muestras. (**Tabla III**)

Conclusiones

Nuestro estudio nos permite concluir que a través de la tomografía computada multislice se puede determinar la distribución de la tipología traqueal de Mackenzie en una muestra de la población del Instituto Oncológico Angel H. Roffo.

Además encontramos diferencias significativas estadísticamente con otros autores. Hallando, llamativamente, en nuestro estudio una moda en la categoría U, mientras que en los otros autores la misma se encuentra en la categoría C.

Por otro lado, encontramos en la categoría misceláneas, introducida por Baer, una proporción ínfima.

Referencias

1. Hitier, M.; Loäec, M.; Patron, V.; Edy, E.; Moreau, S. *Anatomía, fisiología, endoscopia y pruebas de imagen de la tráquea*. EMC-Otorrinolaringología 2013; 42(3): 1-18.
2. Galindo, C. G.; Hernández, S. S. F.; Núñez Pérez-Redondo, C. *Diferencias anatomofuncionales y endoscópicas entre la vía aérea del niño y la del adulto*. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias 2007; 20(2): 142-148.
3. Sánchez, I. *Desarrollo del aparato respiratorio y diferencias anatomofuncionales entre el lactante y el adulto*. Pediatría al día 2001; 17: 251-254.
4. Mackenzie, C. F.; Mcaslan, T. C.; Shin, B.; Schellinger, D.; Helrich, M.. *The shape of the human adult trachea*. Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists 1978; 49(1): 48-49.
5. Mehta, S.; Myat, H. M. *The cross-sectional shape and circumference of the human trachea*. Annals of the Royal College of Surgeons of England 1984; 66(5): 356.
6. Baer, G. A.; Terho, M.; Tiensuu, T. *Morphologic study of the adult trachea at the 7th and 12th ring*. Surgical and Radiologic Anatomy 1987; 9(2): 169-172.