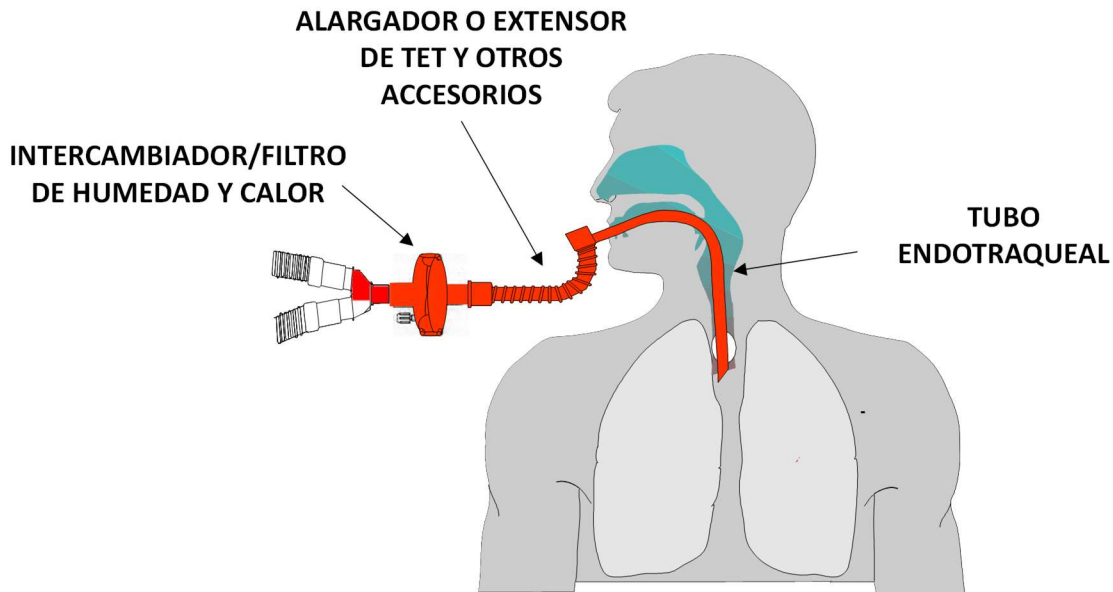


Burbuja Informativa #6: ¿Cuál es el espacio muerto instrumental?

Por definición, el espacio muerto instrumental es el volumen después de la pieza en Y hasta el final del tubo endotraqueal (TET) o tubo de traqueostomía; mas allá del TET empieza el espacio muerto fisiológico (o anatómico). Durante la ventilación mecánica, el espacio muerto instrumental puede ser fácilmente modificado. Este espacio muerto instrumental puede tener un impacto sustancial en el trabajo respiratorio durante la ventilación espontánea ^{1,2} y en el intercambio de gases durante la ventilación controlada ³⁻⁷.



El espacio muerto instrumental incluye el sistema de humidificación cuando se utilizan intercambiadores de calor y humedad (HME) (el volumen de la mayoría de los HME varía entre 30 y 95 ml⁸), cualquier conector (alargadores de TET, conectores para monitoreo de CO₂ al final de la espiración (EtCO₂), conector para succión cerrada de circuitos u otros conectores), TET (11-24 ml, según su longitud y diámetro) y cánulas de traqueostomía (3-8 ml según su longitud y diámetro) ⁹.

Espacio muerto de los Intercambiadores/Filtros de Humedad y Calor (HME) más comunes ⁸

Intercambiador/Filtro de Humedad y Calor	Fabricante	Espacio Muerto ml
Hygrovent	Peters	95
Hygrobac	Mallinckrodt	95
Hygrovent S	Peters	55
Hygrobac S	Mallinckrodt	45
HMEF 1000	Datex	77
9000/100	Allégiance	90
Servo Humidifier 172 (173)	Siemens	
Humid Vent Filter Compact	Hudson	35
All Round Filter MAP05	Peters	89.5
Hygroster	Mallinckrodt	95
Slimeline HMEF 9040/01	Sodis	45
BACT HME	Ansell	70
Filtraflux	Vygon	22
HME 12 BASIC	Ansell	81
Humid Vent 2	Hudson	29
Servo Humidifier 162 (163)	Siemens	
FE52A	Rüsch	84
Humid Vent 2S	Hudson	29
9040/01	Allégiance	47
9000/01	Allégiance	90
Thermovent 1200	Sims	32
BB100E	Pall	85
BB100	Pall	90
Clear Therm +	Intersurgical	52
Filta Therm	Intersurgical	42
Stérivent	Mallinckrodt	92
Iso Gard Hepa Light	Hudson	80
Filtraflux	Vygon	
Stérivent S	Mallinckrodt	62
8222/01	Allégiance	74
Maxipleat	Sodis	74
HME 10	Ansell	27
BB25	Pall	35
All Round Filter MAP01	Peters	70
BB2000AP	Pall	35
BACT TRAP HEPA	Ansell	NA
Clear Therm Midi	Intersurgical	24
Barr Vent	Peters	101
Stérivent Mini	Mallinckrodt	35
4444/66	Allégiance	47
Filta Guard	Intersurgical	56
4000/01	Allégiance	38
Clear Guard II	Intersurgical	42
Clear Guard Midi	Intersurgical	24
ISO GUARD FILTER S	Hudson	26
Barr Vent S	Peters	37
Barrierbac S	Mallinckrodt	35

El orden de los HME que se muestran en esta tabla es una función de sus rendimientos de humidificación. En Lellouche et al., 2009, se midió la eficiencia del HME en términos de humedad absoluta (AH) entregada. Los 20 HME más eficientes (humedad suministrada > 28 mgH₂O/L) tenían un espacio muerto promedio de 64 ml ⁸.

Varios estudios han demostrado que la reducción del espacio muerto asociada con el uso de un humidificador térmico durante la ventilación mecánica controlada puede tener un impacto significativo en los intercambios de gases con una reducción de la PaCO₂ proporcional a la reducción del espacio muerto ³⁻⁷. En el estudio de Prat et al., 2003 en 10 pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) e hipercapnia, espacio muerto máximo (95 mL HME y 25 mL alargador de TET) a espacio muerto mínimo (humidificador térmico y sin alargador de TET), la PaCO₂ se redujo de 80 a 63 mmHg sin modificar ningún otro ajuste del ventilador ⁵. En el estudio de Moran et al., 2006 en 17 pacientes con SDRA, el cambio de un HME a un humidificador térmico redujo la PaCO₂ de 46 a 40 mmHg ⁴. En un tercer período, la reducción del V_T para restaurar la PaCO₂ inicial, después de haber reducido el espacio muerto, permitió reducir la presión meseta en 4 cmH₂O ⁴.

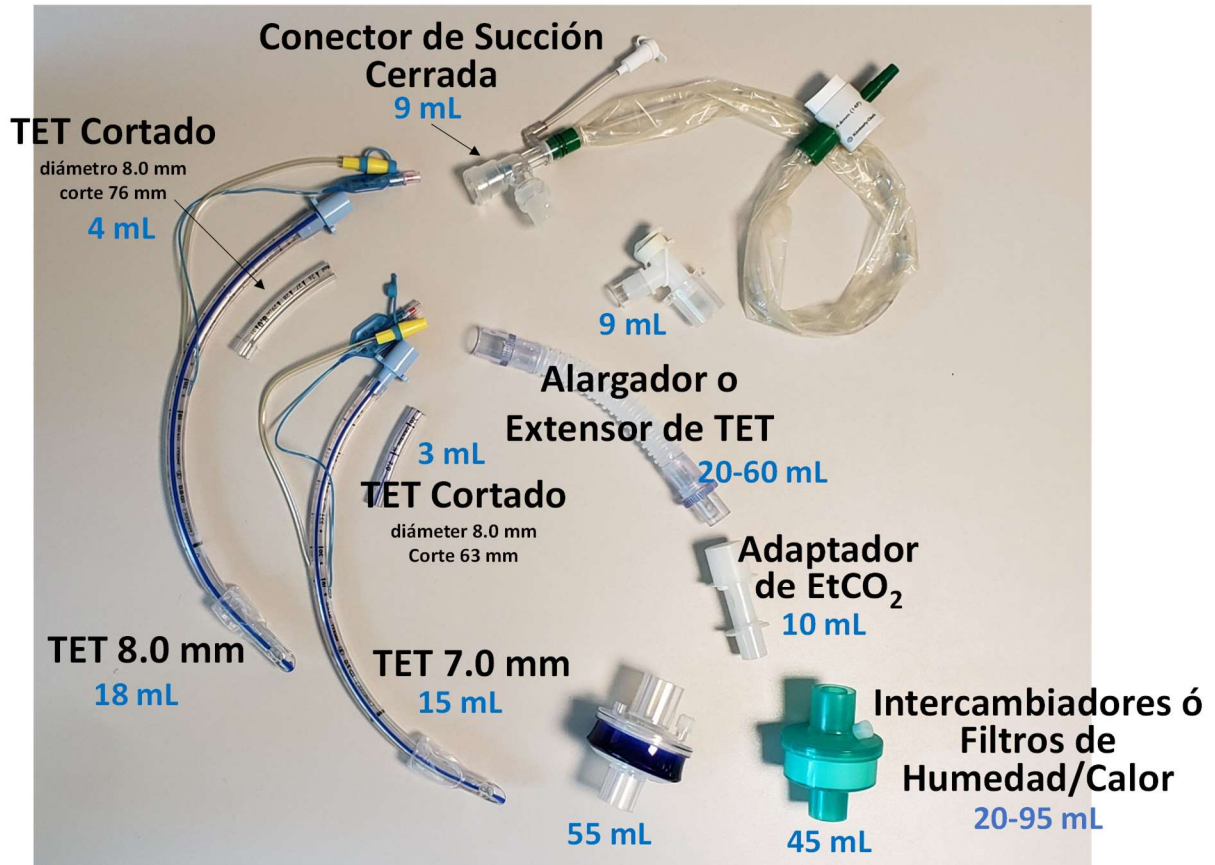
Sin embargo, en estos estudios realizados hace más de 10 años, la V_T fue a menudo más alta y las frecuencias respiratorias más bajas que en la actualidad ³⁻⁵. Es probable que el impacto de la reducción del espacio muerto sea aún mayor ahora, ya que la ventilación protectora es más "agresiva" (VT < 8 ml/kg y FR > 25/min).

Espacio Muerto del Tubo Endotraqueal ⁹

Tubo	Diametro Interno, mm	Longitud, cm	Espacio Muerto, mL
Endotraqueal			
No 6.0	6	31.5	11
No 7.0	7	34.5	15
No 7.5	7.5	35.0	16.5
No 8.0	8	35.5	18
No 8.5	8.5	36.5	24
Traqueostomía			
Size 4	5	10	3
Size 6	7	12	5
Size 8	8.5	12	6
Size 10	9	12	8

Reduciendo el espacio muerto instrumental:

Durante la ventilación mecánica protectora, el espacio muerto instrumental debe reducirse para permitir que la V_T se reduzca tanto como sea posible ¹⁰, sin dejar de ser eficiente en lo que respecta al intercambio de gases y, en particular, a la reducción de la $PaCO_2$.



Cuando se corta un TET, se ahorran sólo unos pocos ml de espacio muerto con poco impacto clínico ¹¹, quitar los alargadores de TET y otros conectores reduce el espacio muerto hasta 40 ml, la reducción del espacio muerto después de quitar un HME varía de 30 a 95 ml ⁸. Por lo tanto, se recomienda evitar el uso de alargadores de TET, a menudo innecesarios, y evitar el uso de HME como sistema de humidificación de gases, especialmente durante el SDRA ¹⁰. Esta guía también se refiere a situaciones de ventilación protectora donde la frecuencia respiratoria es alta y no se puede aumentar (presencia de auto-PEEP), con volúmenes corrientes reducidos o donde se requiere un control rápido de la acidosis respiratoria o mixta ¹⁰.

REFERENCIAS

1. Girault C, Breton L, Richard JC, et al. Mechanical effects of airway humidification devices in difficult to wean patients. *Critical care medicine* 2003;31:1306-11.
2. Lellouche F, Maggiore SM, Deye N, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002;28:1582-9.
3. Campbell RS, Davis K, Jr., Johannigman JA, Branson RD. The effects of passive humidifier dead space on respiratory variables in paralyzed and spontaneously breathing patients. *Respiratory care* 2000;45:306-12.
4. Moran I, Bellapart J, Vari A, Mancebo J. Heat and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. *Intensive Care Med* 2006;32:524-31.
5. Prat G, Renault A, Tonnelier JM, et al. Influence of the humidification device during acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 2003;29:2211-5.
6. Prin S, Chergui K, Augarde R, Page B, Jardin F, Veillard-Baron A. Ability and safety of a heated humidifier to control hypercapnic acidosis in severe ARDS. *Intensive Care Med* 2002;28:1756-60.
7. Hinkson CR, Benson MS, Stephens LM, Deem S. The effects of apparatus dead space on P(aCO₂) in patients receiving lung-protective ventilation. *Respiratory care* 2006;51:1140-4.
8. Lellouche F, Taille S, Lefrancois F, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacturer data. *Chest* 2009;135:276-86.
9. Pierson DJ. Tracheostomy and weaning. *Respiratory care* 2005;50:526-33.
10. Papazian L, Aubron C, Brochard L, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Annals of intensive care* 2019;9:69.
11. Moyser LVJ. To cut or not to cut. *Anaesthesia* 1993;48:832.