

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
POSGRADO DE ESPECIALIDADES MEDICAS



Traqueostomía percutánea con ultrasonografía versus traqueostomía percutánea con marcadores anatómicos en unidad de Medicina Critica del HNR del 1 de enero de 2021 al 30 de junio 2023.

PRESENTADO POR:

Dr. Rafael Alejandro Iraheta Castaneda.

Dr. Héctor José Ramírez Trejo.

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Especialista en Medicina Crítica y Cuidados Intensivos

ASESOR DE INVESTIGACIÓN:

Dra. Patricia Nohemí Martínez Cruz

CIUDAD UNIVERSITARIA “DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA”, EL
SALVADOR, DICIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES PERÍODO 2023 – 2027

Rector

M.Sc. Juan Rosa Quintanilla

Vicerrectora Académica

Dra. Evelyn Beatriz Farfán

Vicerrector administrativo

M.Sc. Roger Armando Arias

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

Decano

Dr. Saúl Díaz Peña

Vicedecano

Lic. Franklin Arnulfo Méndez Durán

Escuela de Posgrado

Dr. Edwar Alexander Herrera Rodríguez.

RESUMEN.

La ventilación mecánica es una de las medidas más importantes en el manejo del paciente crítico, en este contexto, la realización de traqueostomía es una de las intervenciones más usadas para asegurar la vía aérea de forma definitiva. Existen diferentes formas de realizar este procedimiento, en las unidades de Cuidados Intensivos se prefiere el abordaje percutáneo, y puede ser guiada por ultrasonografía o por marcadores anatómicos. Actualmente no existe evidencia, en nuestro medio, que indique la superioridad de una forma de realizarla comparada contra la otra.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio observacional, analítico, de cohortes retrospectivo, en pacientes que se realizó traqueostomía percutánea en las Unidades de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Rosales (HNR) en el periodo del 1 de enero de 2021 al 30 de junio de 2023, con el objetivo de evaluar los resultados de la técnica guiada por ultrasonografía y la técnica guiada por marcadores anatómicos.

Resultados. Se incluyeron 51 pacientes en la cohorte de marcadores anatómicos y 49 en la cohorte guiado por ultrasonografía. No encontramos diferencias estadísticamente significativas en los resultados en relación con punción de primera intención, tiempo de ejecución de la traqueotomía, ni la falla en su realización.

Conclusión. Se concluye que en nuestro estudio, la ejecución de traqueostomía percutánea en el Hospital Nacional Rosales no presenta diferencias significativas al ser guiada por marcadores anatómicos o por ultrasonografía.

Palabras clave: traqueostomía percutánea; marcadores anatómicos, guía ultrasonográfica, cuidados Intensivos

INTRODUCCIÓN	1
PANORAMA GENERAL DEL USO DE TRAQUEOSTOMÍA EN UCI.....	3
HISTORIA DE LA TRAQUEOSTOMÍA.....	3
TRAQUEOSTOMÍA PERCUTÁNEA.....	6
<i>Indicaciones y ventajas.....</i>	6
<i>Contraindicaciones.....</i>	8
<i>Descripción de la técnica de traqueotomía.....</i>	9
<i>Complicaciones de la traqueotomía percutánea.....</i>	16
COMPARACIÓN ENTRE TÉCNICAS DE TRAQUEOTOMÍA.....	17
<i>Traqueotomía percutánea versus traqueotomía quirúrgica.....</i>	17
<i>Comparación entre las distintas formas de realizar traqueotomía percutánea usando marcadores anatómicos, guía broncoscópica o guía ultrasonográfica.....</i>	19
<i>Comparación en éxito con punción de Primera intención.....</i>	19
<i>Comparación en cuanto a complicaciones.....</i>	20
<i>Fracaso del procedimiento.....</i>	21
OBJETIVOS.....	23
OBJETIVO PRIMARIO	23
OBJETIVOS SECUNDARIOS	23
MATERIALES Y MÉTODO.....	24
TIPO DE ESTUDIO.....	24
POBLACIÓN DEL ESTUDIO.....	24
VARIABLES UTILIZADAS.....	25
MÉTODO DE RECOGIDA DE DATOS	26
ENTRADA Y GESTIÓN INFORMÁTICA DE LOS DATOS	26
ESTRATEGIA DE ANÁLISIS.....	27
CONSIDERACIONES ÉTICAS:	28
RESULTADOS.....	29
DISCUSIÓN	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica (VM) es una de las estrategias más utilizadas en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) tanto en el paciente con neumopatías y en aquellos que ingresan por causas distintas a esta, no solo como medida de soporte, sino como parte de la terapéutica instaurada. Sin embargo, el uso de la VM, trae aparejado la necesidad de una vía aérea artificial para permitir la misma. (1)

La intubación orotraqueal es la principal vía aérea usada para el inicio de la ventilación mecánica, pero no puede ser considerada una vía definitiva, y en muchas ocasiones es necesario obtener una traqueostomía para continuar con la VM.(1)

Las técnicas de traqueotomía se pueden dividir en quirúrgicas abiertas (realizadas al lado de la cama en la UCI o en el quirófano) o dilataciones percutáneas (realizadas al lado de la cama en la UCI). Las técnicas percutáneas más utilizadas son las que utilizan marcadores anatómicos o guía broncoscópica o ecográfica. Las técnicas quirúrgicas como las percutáneas pueden estar asociadas con complicaciones poco frecuentes el estudio de Iftikhar y colaboradores (2019) comparó las complicaciones asociadas a diferentes técnicas de traqueostomía: percutánea con guía anatómica, percutánea con guía broncoscópica, percutánea con guía ecográfica y traqueostomía quirúrgica abierta, siendo las complicaciones hemorragia traqueostomía quirúrgica abierta: 5,7%, traqueostomía percutánea con guía anatómica: 3,8%, traqueostomía percutánea con guía broncoscópica: 3,3% y traqueostomía percutánea con guía ecográfica: 2,8%, infección del estoma traqueostomía quirúrgica abierta: 10,2% Traqueostomía percutánea con guía anatómica: 2,5%, traqueostomía percutánea con guía broncoscópica: 1,8%, traqueostomía percutánea con guía ecográfica: 1,5%, neumotórax traqueostomía quirúrgica abierta: 1,4%, traqueostomía percutánea con guía anatómica: 1,1%, traqueostomía percutánea con guía broncoscópica: 0,9%, traqueostomía percutánea con guía ecográfica: 0,7%, lesión de la pared traqueal posterior traqueostomía quirúrgica abierta: 0,5%, traqueostomía percutánea con guía anatómica: 0,8%, traqueostomía percutánea con guía broncoscópica: 0,6%, traqueostomía percutánea con guía ecográfica: 0,4%, pérdida de la vía aérea durante el

procedimiento traqueostomía quirúrgica abierta: 0,3%, traqueostomía percutánea con guía anatómica: 0,5%, traqueostomía percutánea con guía broncoscópica: 0,4% y traqueostomía percutánea con guía ecográfica: 0,2%. (2)

La técnica percutánea tiene algunas limitaciones en su indicación, como pacientes con trauma de columna cervical, obesos mórbidos, pacientes con antecedentes de traqueostomía previa, y neuroquirúrgico mórbidos. Las técnicas percutáneas están teniendo una aceptación amplia en la UCI y así evita la traqueostomía quirúrgica, principalmente debido a los costos asociados con el tiempo de quirófano o factores como competir por el tiempo de quirófano, los recursos y evitar la necesidad para transportar pacientes en estado crítico fuera del entorno de la UCI. (2)

El abordaje de uno u otro estará sujeto a la capacidad de los intensivistas adecuadamente formados para realizar procedimientos percutáneos en las UCI. La revisión Cochrane publicada en el 2016, que comparó técnicas quirúrgicas con percutáneas, mostró que las técnicas percutáneas redujeron significativamente la tasa de infección del estoma o estomatitis, con un riesgo relativo (RR) de 0.24 [IC 95% 0.15-0.37], y la cicatrización desfavorable, con un RR de 0.25 [IC 95% 0.07-0.91].

En cuanto a la mortalidad directamente relacionada con el procedimiento, no hubo diferencias significativas entre los abordajes percutáneo y quirúrgico (OR Peto de 0.52 [IC 95% 0.1-2.6]). Tampoco se observaron diferencias en la incidencia de eventos adversos graves intraoperatorios (RR 0.93 [IC 95% 0.57-1.53]) o postoperatorios inmediatos (RR 0.72 [IC 95% 0.41-1.25]). Sin embargo, se identificaron diferencias entre las técnicas percutáneas.

Entre las técnicas percutáneas:

- La técnica Ciaglia (múltiples dilatadores) mostró una reducción significativa en las complicaciones peri y postoperatorios totales comparadas con las quirúrgicas (RR 0.62 [IC 95% 0.42-0.92], p = 0.02).
- La técnica Griggs, en cambio, no presentó diferencias significativas en complicaciones en comparación con las técnicas quirúrgicas (RR 0.97 [IC 95% 0.57-1.65], p = 0.92).(3)

PANORAMA GENERAL DEL USO DE TRAQUEOSTOMÍA EN UCI

La traqueostomía se realiza para garantizar el control de la vía aérea en pacientes sometidos a soporte ventilatorio durante períodos prolongados o con trastornos de conciencia y del manejo de las secreciones; es una técnica que habitualmente se indica en enfermos críticos ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos UCI. Los beneficios de este procedimiento son: mayor comodidad para el paciente, posibilidad de alimentarse siempre que esté consciente, mejor comunicación, incremento de la movilidad por ser un medio de intubación traqueal más seguro, mejoría de la higiene bronquial, disminución del espacio muerto, disminución en los requerimientos de la sedación, facilita el proceso de separación del ventilador y facilidad en la atención de enfermería.

Se ha observado, en algunos estudios, reducción en el tiempo de ventilación y estadía en UCI. Por otra parte, existe contradicción sobre la asociación entre la traqueostomía y la neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVVM). Se ha informado una mayor probabilidad de recuperación en los pacientes con NAVVM a los que se les realizó traqueostomía con un mejor pronóstico, aunque algunos estudios plantean que la traqueostomía está asociada a un mayor riesgo de desarrollo de NAVVM.

Estudios observacionales han mostrado disminución de la mortalidad con respecto a las intubaciones endotraqueal, mientras en otros la mortalidad es similar o menor en quienes no se les realiza este proceder.

HISTORIA DE LA TRAQUEOSTOMÍA

El término traqueostomía puede usarse para referirse al procedimiento para crear una abertura anterior en la tráquea a través de la piel o a la abertura misma. La traqueotomía es uno de los procedimientos más antiguos conocidos por la humanidad. Los antiguos egipcios retrataron la traqueotomía en sus pinturas antes del 3500 a. C. y se informó que Alejandro Magno en el año 1000 a. C. salvó la vida de un soldado al hacerle una incisión en la tráquea con la punta de su espada.(4)

Heister introdujo el término traqueotomía en 1739. Tres décadas más tarde, Francis Home recomendó la traqueostomía para aliviar la obstrucción de las vías respiratorias superiores causada por el crup. En el siglo XIX, la traqueotomía se hizo popular en respuesta a las epidemias de difteria. A principios del siglo XX, la intubación endotraqueal suplantó en gran medida la necesidad de realizar una traqueotomía. La traqueostomía volvió a ser popular durante las epidemias de polio y se utilizó para facilitar la eliminación de secreciones y prevenir infecciones pulmonares. En la actualidad, la traqueotomía es uno de los procedimientos que se realizan con mayor frecuencia en las unidades de cuidados intensivos (UCI) modernas y se prevé que se vuelva aún más común a medida que aumente la demanda de servicios de cuidados intensivos.(5)

Un estudio de 1994 sobre la traqueotomía encontró que la mayoría de los procedimientos se realizaron para pacientes de la UCI.(6)

En 1909, Jackson describió la técnica quirúrgica y las indicaciones que se convirtieron en el estándar para la traqueotomía quirúrgica abierta (ST).(7) En 1953, Seldinger introdujo la técnica de reemplazo de la aguja guía en el cateterismo arterial percutáneo.(8) Poco después, esta técnica se adaptó a varios procedimientos, incluida la traqueotomía percutánea (PT).

En 1955, Sheldon et al describieron por primera vez la PT, al probar una aguja ranurada para canalizar de forma percutánea la tráquea.(9) La aguja sirvió para dirigir un estilete de corte de tres hojas que se combinó con un tubo de traqueotomía de metal. La técnica fue abandonada después de varias muertes.

En 1969, Toy y Weinstein utilizaron la técnica de Seldinger para realizar la traqueotomía.(10) Se canuló la tráquea con una aguja. Se introdujo un tubo de

traqueotomía en un alambre rígido que contenía una hoja empotrada, que luego se avanzó en el trayecto de la aguja hasta que se colocó el tubo de traqueotomía. Debido al alto riesgo de la inserción paratraqueal, la técnica nunca ganó popularidad. En 1985, Ciaglia et al introdujeron un método de PT mediante el uso de dilatadores en serie sobre un alambre guía en una técnica de Seldinger modificada.(11) La técnica de PT de Ciaglia se realizó inicialmente con o sin guía broncoscópica, y pronto se convirtió en la técnica de PT más comúnmente realizada al lado de la cama , en la UCI.(12)

En 1989, Schachner et al. inventaron un traqueostomo dilatador para usar con la técnica de Seldinger.(13) El dispositivo se parecía a un par de pinzas con hojas perpendiculares que se deslizaban sobre el alambre guía hacia la tráquea, donde se abrían a la fuerza para hacer un incisión o estoma en el que encajaría en un tubo de traqueostomía.(14) Este método tenía una alta incidencia de desgarros de la pared traqueal posterior, lo que llevó a su retiro del mercado estadounidense.

En 1990, Griggs et al describieron una técnica de PT con unas pinzas ranuradas de Howard-Kelly sobre una guía utilizando la técnica de Seldinger. Una vez que la punta de las pinzas estuvo en la tráquea, se abrieron las pinzas para crear una estoma.(15) La técnica de Griggs tiene un perfil de seguridad favorable y sigue siendo popular. Algunos médicos utilizan las pinzas de Griggs en un método híbrido junto con otras técnicas. En 1997, Fantoni y Ripamonti describieron el método de traqueotomía translaringea.(16) Se pasa un alambre guía desde el cuello hasta la tráquea y sale por la boca. Luego, el alambre guía se une a un tubo de traqueotomía de trocar con punta de cono especial, y el tubo se tira hacia adentro desde la boca, pasa a través de la laringe y sale de la pared traqueal. Luego se reseca la punta del cono y el tubo de traqueotomía restante se gira 180 grados para alinear la porción intratraqueal caudalmente. Este método es el único PT que se realiza con una técnica de “tirón” o retrógrada, a diferencia del resto de métodos de PT que utilizan una técnica de “empuje” o anterógrada.

Tiene la ventaja de no comprimir la tráquea hacia la pared posterior durante la traqueotomía. La relativa complejidad de este método ha impedido que obtenga una aceptación más amplia más allá de ciertas partes de Europa. En 1999, Ciaglia perfeccionó

su técnica de dilatación percutánea a una dilatación de un solo paso en lugar de dilatación múltiple, utilizando un dilatador cónico único recubierto con un agente hidrofílico.(17)

Desde entonces, la técnica Ciaglia PT se considera sinónimo de la técnica de dilatador único. En 2002, Frova y Quintel introdujeron el método PercuTwist PT, que utiliza un tornillo con recubrimiento hidrofílico auto atrapante sobre un alambre guía para dilatar la pared traqueal anterior.(18)

Traqueostomía percutánea

Indicaciones y ventajas

La principal indicación para la traqueotomía percutánea en pacientes en estado crítico es el acceso a la vía aérea a largo plazo, la cual no varía con respecto a la indicación de traqueostomía quirúrgica. Por lo que estas pueden ser para ventilación mecánica prolongada, el alivio de la obstrucción de las vías respiratorias superiores después de la estabilización inicial o la protección de las vías respiratorias contra la aspiración.(19) La mayoría de las traqueostomías en la UCI se realizan en pacientes que ya están intubados con ventilación mecánica por diversas razones.

Convertir la intubación endotraqueal en traqueostomía en pacientes dependientes de ventilador ofrece varias ventajas potenciales. Proporciona una vía aérea más segura y aumenta la movilidad del paciente, al disminuir el riesgo de extubación accidental.(20) Esto se vuelve más relevante a medida que la importancia de la movilidad temprana se hace más evidente en los pacientes en estado crítico.

Los pacientes con traqueostomía tienen un 1% de incidencia de decanulación accidental, en comparación con un 8 a 21% en pacientes con intubación endotraqueal.(21) En la mayoría de los pacientes, el dolor es mínimo alrededor de las 24 a 48 horas después de la traqueotomía y, en general, es bien tolerado, sin necesidad de analgésicos sistémicos significativos.

La traqueostomía también reduce la necesidad de sedación intensa, que se ha asociado con un mayor riesgo de neumonía nosocomial.(22) Varios factores pueden predecir la neumonía nosocomial después de la traqueotomía.

La traqueostomía puede acelerar el destete en pacientes con capacidad ventilatoria limítrofe al reducir la resistencia de las vías respiratorias.(23) Se estima que un tubo endotraqueal (ETT) de 8,5 tiene una resistencia cinco veces mayor que un tubo de traqueostomía comparable.(24) Aunque el pequeño radio de curvatura de los tubos de traqueostomía aumenta flujo de aire turbulento, la corta longitud del tubo de traqueostomía compensa con creces la turbulencia del flujo de aire, y pasar de un TET a un tubo de traqueostomía no alteraría sustancialmente la ventilación por minuto.

La traqueostomía reduce el espacio muerto y mejora la eliminación de secreciones. La reducción del espacio muerto del TET al tubo de traqueostomía es probablemente trivial, en comparación con el volumen del espacio muerto anatómico de la vía aérea humana natural en pacientes, varios estudios sugieren que el trabajo respiratorio, el producto presión-tiempo, la resistencia de las vías respiratorias, las presiones inspiratorias máximas y la presión positiva intrínseca al final de la espiración (PEEP) disminuyen después de la traqueostomía en pacientes ventilados y con respiración espontánea.(25)

En un estudio observacional prospectivo de 86 pacientes intubados con dificultad para desconectarse de la ventilación mecánica que se sometieron a traqueostomía, se demostró que los parámetros de destete mejoraron significativamente tras la conversión de TET a traqueostomía, fueron destetados con éxito que aquellos que fueron destetados sin éxito del ventilador mecánico, la duración de la intubación endotraqueal se correlaciona con una mayor incidencia de estenosis laríngea, parálisis de las cuerdas vocales y granulomas de las cuerdas vocales.(26)

Los pacientes agitados con mucho movimiento de la cabeza pueden aumentar el trauma de las cuerdas vocales a través del deslizamiento del TET. Whited estudió prospectivamente a 200 pacientes intubados y descubrió que la estenosis laríngea se encontraba con mayor frecuencia a medida que aumentaba el número de días de intubación.(27)

Convertir un tubo orotraqueal en un tubo de traqueotomía elimina la tensión y el trauma en las cuerdas vocales. La comunicación con el paciente y la fonación se pueden mejorar después de la traqueotomía mediante el uso de aparatos especializados. La traqueotomía

también permite el retorno de la deglución y la alimentación oral, por lo general después de la liberación de la ventilación mecánica. En los casos de insuficiencia respiratoria crónica progresiva, la conversión de la intubación endotraqueal a la traqueotomía puede facilitar la transición de la UCI a las unidades de cuidados intermedios y, finalmente, a los centros de atención subaguda y crónica.

Tabla 1. Beneficios de la traqueostomía en pacientes ventilados. (28)

Evitar lesiones laríngeas adicionales
Facilitar la succión de las vías respiratorias y el manejo de secreciones
Aumentar la movilidad del paciente
Mejorar la comodidad
Disminuir la resistencia de las vías respiratorias
Facilitar el retorno del habla
Facilitar la alimentación oral
Facilitar la transferencia fuera de la UCI a las unidades de cuidados intermedios o a un centro de cuidados subagudos

Contraindicaciones

Tradicionalmente se han descrito en la literatura contraindicaciones para realizar la traqueotomía por dilatación percutánea (PT), dividiéndolas en absolutas y relativas. Pero la literatura también destaca que a medida que aumenta la experiencia del usuario con la técnica, estas contraindicaciones se relativizan y, por tanto, el riesgo asociado a estas condiciones también disminuye.(29)

La obesidad mórbida se consideró anteriormente como una contraindicación para realizar PT debido a la difícil anatomía. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la PT es igualmente segura en comparación con la traqueostomía quirúrgica (ST) en este subgrupo de pacientes. La coagulopatía también se consideró como una contraindicación para la realización de la traqueostomía y se consideró necesaria su corrección previa antes del procedimiento. Aunque ahora existe una amplia literatura que demuestra que, con

mayor habilidad del operador, la coagulopatía es una contraindicación relativa y el procedimiento se puede realizar con seguridad. Un estudio observacional reciente que involucró datos de traqueostomía en 652 pacientes con y sin coagulopatía concluyó que la PT se puede realizar de manera segura en pacientes con alteración del estado de la coagulación sin aumento de complicaciones.(23) En el reciente estudio DISSECT, la razón más común para realizar una traqueotomía quirúrgica fue la alteración de la anatomía del cuello, como cuello corto o cuello grueso o pacientes obesos. Otras razones fueron la coagulopatía y, en algunos casos, el médico de admisión no confiaba en realizar la PT, por lo que las contraindicaciones para la realización de TFD se pueden resumir en:

Absoluta:

1. Consentimiento informado no disponible
2. Infección en el sitio de la traqueotomía

Relativa:

1. Alteración de la anatomía del cuello como masa tiroidea/hinchazón
2. Coagulopatía
3. Columna cervical inestable
4. Obesidad mórbida
5. Pacientes con soporte ventilatorio con PEEP alta(29) (30)

Descripción de la técnica de traqueotomía

1. Traqueotomía percutánea usando marcadores anatómicos, Técnica e Ciaglia con un solo dilatador.

Se coloca el paciente en decúbito supino con hiperextensión del cuello, mediante la colocación de un rodillo o almohada bajo los hombros, hasta conseguir una postura adecuada en que la tráquea sobresalga sobre el pecho. Siendo los límites quirúrgicos:

- Borde superior: borde inferior de mandíbula.
- Borde inferior: hasta segundo espacio intercostal.
- Lateralmente: borde de ambos músculos trapecios.

Se mantiene al paciente bajo analgo-sedo-relajación, en ventilación controlada y se garantiza una FiO₂ del 100%. Posteriormente se palpa el cuello del paciente identificando el cartílago tiroideo y cricoides, se buscan los anillos traqueales, el lugar ideal para la punción será entre el 1ero y 2do, o 2do y 3er anillo. Ver figura 1.

Se infiltra con anestesia local, esta deberá ser aplicada en forma romboidal, siendo distribuida por planos subcutáneo, muscular y profundo.

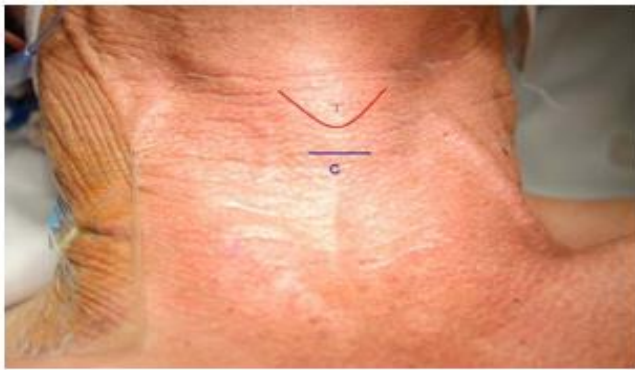


Figura 1. Referencias anatómicas: T (cartílago tiroides), C (cartílago cricoides).(31)

Se inicia el retiro del tubo orotraqueal hasta dejar el balón de neumotaponamiento justo por debajo de las cuerdas vocales, para evitar punciones sobre el tubo.

Se realiza una incisión horizontal, aproximadamente 1 cm por debajo del cartílago cricoides tomando como referencias laterales los dos bordes anteriores de los músculos esternocleidomastoideos. El abordaje mediante incisión vertical es más sencillo, aunque muchos prefieren la incisión horizontal. Se realiza disección roma con pinza hasta exponer la fascia pre-traqueal.

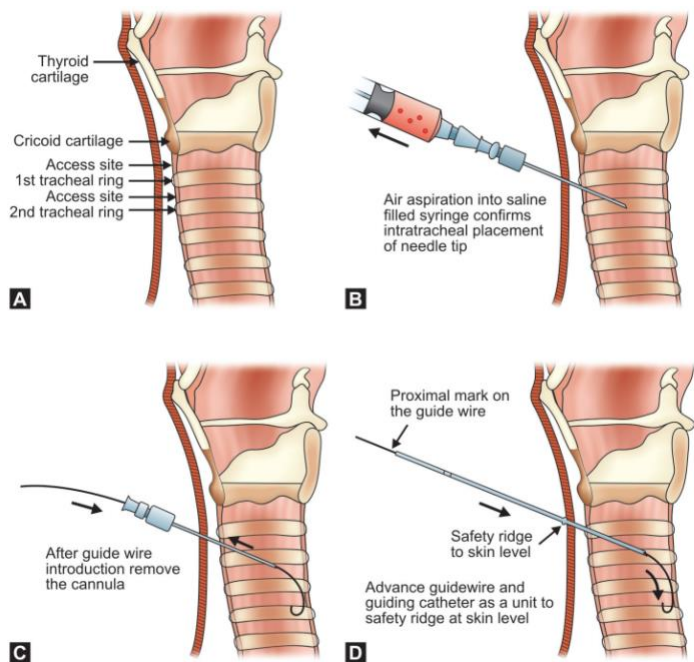
Se punciona con aguja #14 montada con cánula, en la pared anterior de la tráquea con orientación cefalocaudal, y se observa la salida de aire, confirmado así la canulación de la aguja en la tráquea. Para comprobar que no se ha canalizado el tubo orotraqueal, se realizan movimientos de rotación del tubo, si no hay movimiento del introductor, se está seguro de su posición.

Se retira la aguja y se introduce la guía metálica por la cánula, una vez se ha avanzado la guía se retira la cánula. Sobre la guía metálica se coloca primer dilatador rígido y se dilata piel y entrada traqueal.

Se prepara guía teflonada y se coloca dilatador único, se insertan juntos sobre guía metálica, se dilata con movimientos gentiles hasta el marcador indicado.

Se retira dilatador único y sobre guía teflonada se coloca cánula de traqueostomía junto con su introductor. Se avanza hasta dejar bordes de cánula sobre la piel. Se retira guía teflonada e introductor, se conecta a ventilador mecánico y se comprueba presencia en vía área mediante capnógrafo, expansión costal, ausencia de fugas en ventilador, y auscultación.

Se retira tubo orotraqueal y se finaliza procedimiento. Ver figura 2.



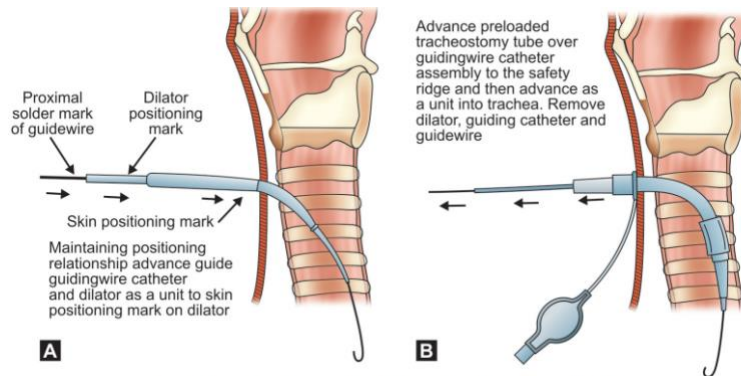


Figura 2. Técnica de dilatación de traqueostomía percutánea, por puntos de referencia anatómicos. (32)

2. Traqueotomía percutánea guiada por Ecografía

El examen de ultrasonido de la parte anterior del cuello es útil para identificar los vasos sanguíneos en el trayecto de la traqueostomía (fig 3). También es útil para identificar los puntos de referencia anatómicos del trayecto anterior traqueal, especialmente cuando la palpación es difícil, como en un paciente obeso.

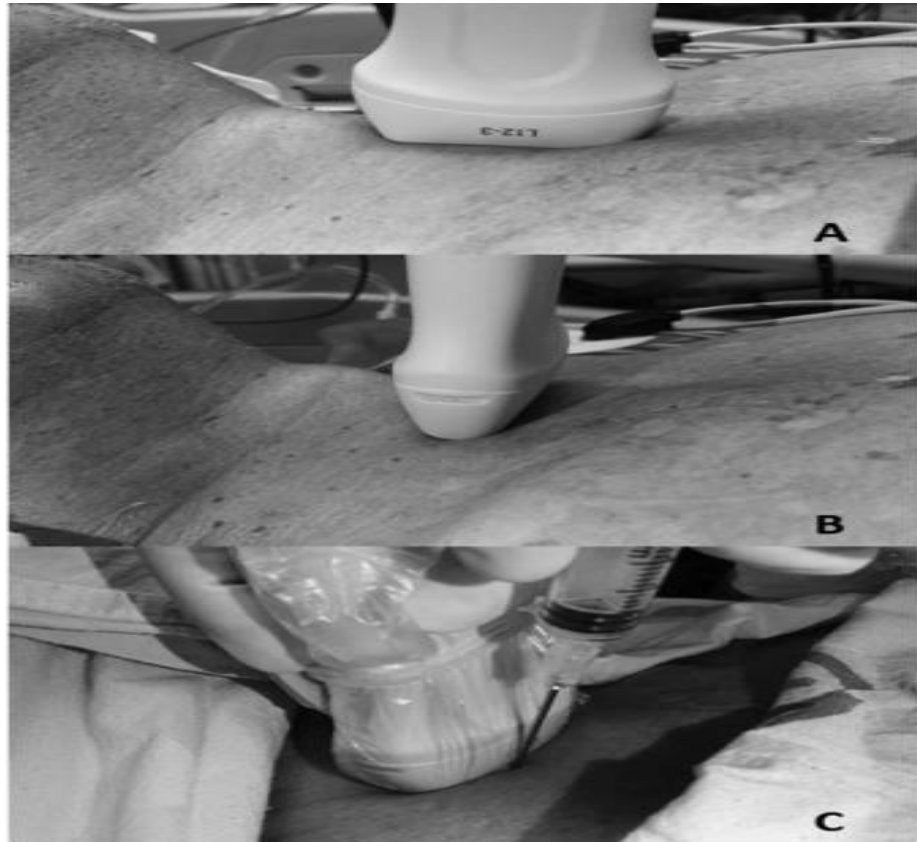


Figura 3.

Posición del transductor para el examen de US. A y B, Colocación del transductor en la mitad del cuello. C, Inserción de la aguja.(30)

La ecografía en cortes longitudinales puede localizar el cartílago cricoides y los anillos traqueales y ayudar a seleccionar el sitio de punción (figura 4).(30)

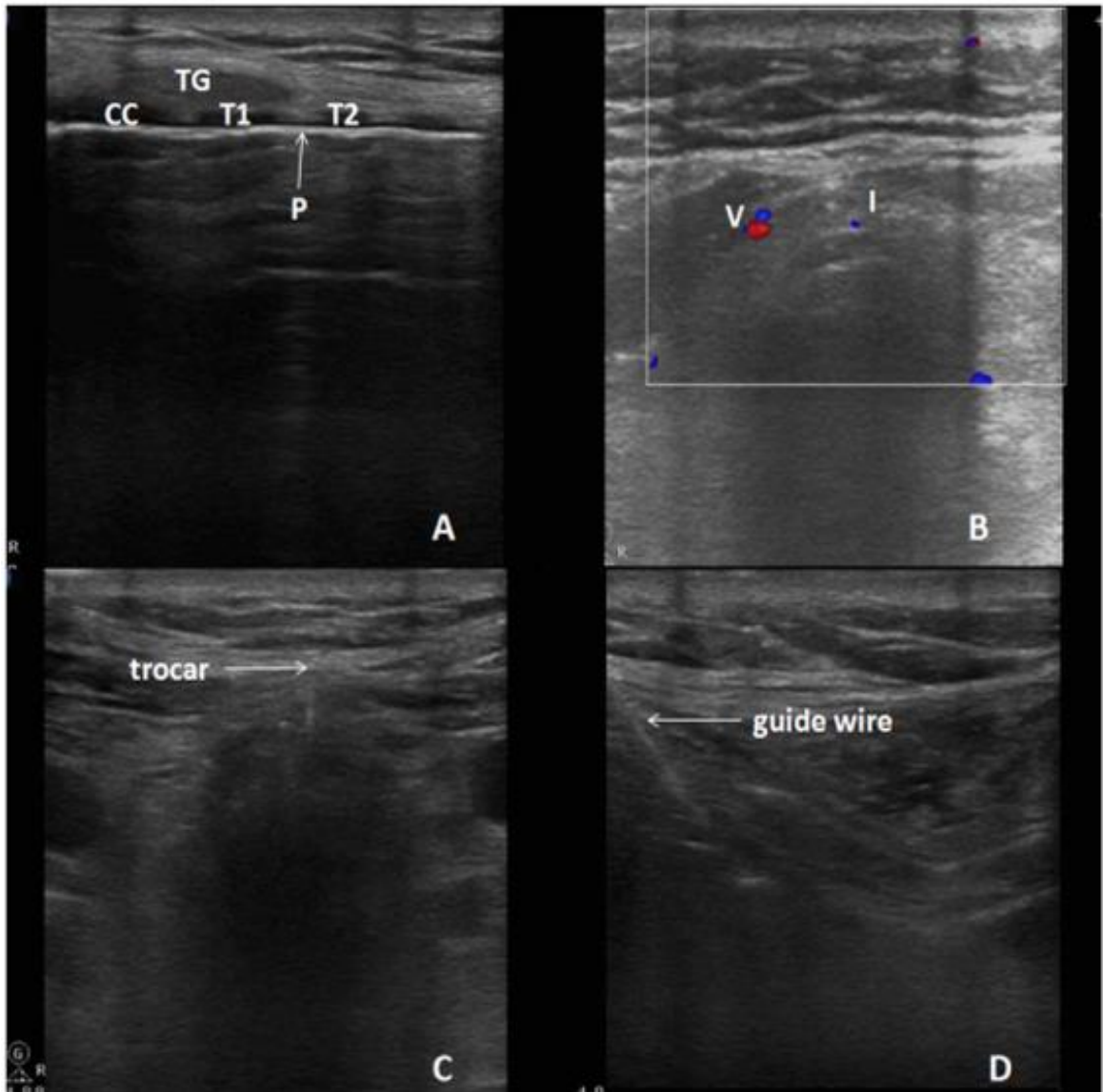


Figura 4. Técnica de guía por ultrasonido. A. Posicionamiento del intervalo entre el primer (T1) y el segundo (T2) anillos de cartílago traqueal. B. Identificación del istmo de la glándula tiroides (I) y la distribución vascular circundante (V) de la tráquea. C, Inserción del trocar en la tráquea desde el punto medio del espacio del anillo del cartílago traqueal. D, Colocación del alambre guía hacia el extremo distal de la tráquea e identificación desde una vista del plano del eje largo. TG, glándula tiroides. CC indica cartílago cricoides; P, punto de punción.(30)

La sección transversal del cartílago los anillos cartilagosos de la pared traqueal anterior en una vista longitudinal de ultrasonografía se asemejan a un collar de perlas. Las secciones transversales de ecografía pueden identificar arterias, venas, tiroides, cartílago cricoides, anillos traqueales y, a veces, el tubo endotraqueal.

Permite medir el espesor de la piel hasta la pared traqueal anterior (figura 3). Con práctica, se puede realizar una punción precisa del espacio Inter traqueal objetivo en la línea media bajo la guía de ultrasonido en tiempo real. Cuando el PT se realiza únicamente bajo guía ecográfica, el TET se retira bajo laringoscopia directa; por lo tanto, el balón está justo debajo de las cuerdas vocales. En pacientes con cuello corto, es posible que la punta del TET esté en el sitio de punción o distal al mismo, lo que podría causar interferencia durante la inserción de la guía, la dilatación y la colocación de la traqueotomía.

El tubo endotraqueal no siempre se visualiza bien bajo ecografía debido a la presencia de aire circundante. Además, sin guía broncoscópica, se debe tener cuidado para evitar la punción de la aguja o la laceración de la pared traqueal posterior, especialmente en pacientes con traqueomalacia, en los que la distancia traqueal anteroposterior puede reducirse significativamente con la compresión de la pared traqueal anterior. Una vez que la aguja y la guía están en la luz traqueal, el resto del procedimiento es el mismo que se describió anteriormente, según el método o la técnica utilizada.

Una vez que el tubo de traqueotomía está en su lugar, se realiza la confirmación de la posición intratraqueal con capnógrafo, sonidos respiratorios, volumen corriente ventilatorio o signos ecográficos de deslizamiento pulmonar o signo característico de la costa en modo M. Es una alternativa atractiva en países y hospitales donde el acceso a la broncoscopia es limitado. Varios estudios recientes sugieren que, en operadores experimentados, el PT guiado por ecografía se compara favorablemente con el PT guiado por broncoscopia, incluso en pacientes obesos.(33)

El PT guiado por ecografía tiene el beneficio potencial de reducir el número de punciones y disminuir la tasa de hemorragia.(34) El PT también se puede utilizar junto con la guía

broncoscópica para identificar con mayor precisión la selección del sitio de entrada y el nivel del espacio inter traqueal.

3. Traqueotomía percutánea guiada por fibrobroncoscopio

Durante la asistencia con fibrobroncoscopio, luego de hacer localización anatómica, otro operario introduce, en el TOT, un fibrobroncoscopio y con el mismo se señala a contraluz el sitio para realizar la punción, una vez marcado y realizada la disección roma, se procede a la punción traqueal, durante la cual se mantiene visualización directa de la aguja cuando traspasa la pared anterior de la tráquea, se coloca el introductor y se pasa la guía metálica. Una vez realizado esto se procede a realizar la colocación como las técnicas con marcadores anatómico, al finalizar el procedimiento se comprueba la correcta posición de la cánula de traqueostomía con el fibrobroncoscopio.(30)

Complicaciones de la traqueotomía percutánea

Complicaciones de la traqueotomía percutánea En general, las tasas de complicaciones de la PT se comparan favorablemente con las de la ST. La heterogeneidad de las técnicas de PT se suma al desafío de interpretar los datos y metaanálisis publicados. La mayoría de los estudios en PT hacen referencia a la técnica de traqueotomía percutánea por dilatación Ciaglia o variaciones de esta, con estudios anteriores que usan múltiples dilatadores y estudios posteriores que usan un solo dilatador cónico.

La mortalidad de la traqueotomía es inferior al 1% en varias series grandes.(35) Las complicaciones más frecuentes de la PT son hemorragia, infección y estenosis traqueal. En una serie de 356 pacientes, Hill et al informaron una tasa de mortalidad del 0,3% y una tasa de estenosis traqueal sintomática del 3,7%.(36)

Las complicaciones asociadas con el procedimiento de traqueotomía se pueden clasificar como mayores o menores. Las Complicaciones mayores se definen como muerte relacionada con el procedimiento, paro cardíaco, hipotensión (definida como presión arterial sistólica por debajo de 90 mm Hg durante más de 5 minutos o cualquier intervención utilizada para aumentar la presión arterial, como líquidos o vasopresores), hipoxemia aguda (caída de oxígeno saturación periférica por debajo del 90 % durante más

de 5 minutos medida por el pulsioxímetro), pérdida de las vías respiratorias, lesión de la pared traqueal, canalización de paso falso, neumotórax, obstrucción de la cánula de traqueotomía, lesión esofágica, fístula traqueoesofágica, decanulación accidental, conversión a traqueotomía quirúrgica, hemorragia importante (fístula estomal, intratraqueal o traqueo vascular) que causan hipoxemia y/o requieren transfusión de emergencia y/o reparación quirúrgica abierta, y sepsis relacionada con traqueotomía (infección del estoma como la única fuente identificable).(37)

Las complicaciones menores incluyeron hipotensión transitoria (definida como presión arterial sistólica por debajo de 90 mm Hg durante menos de 5 minutos y sin intervención para aumentar la presión arterial, como líquidos o vasopresores); hipoxemia aguda transitoria (definida como saturación periférica de oxígeno por debajo del 90 % durante menos de 5 minutos medida por el oxímetro de pulso); atelectasia; punción inadvertida del balón; sangrado menor localizado, ya sea estomal o intratraqueal, el cual se define como sangrado autolimitado o sangrado tratado exitosamente con compresión local; instilación de agentes vasoconstrictores tópicos; y/o electro cauterización. Además, el enfisema subcutáneo localizado sin evidencia de neumotórax o neumomediastino y las infecciones locales del estoma que no causaron sepsis también se clasificaron como complicaciones menores.(37)

COMPARACIÓN ENTRE TÉCNICAS DE TRAQUEOTOMÍA

Traqueotomía percutánea versus traqueotomía quirúrgica

Tradicionalmente, la traqueotomía ha sido realizada por cirujanos en el quirófano. En pocas instituciones, también se realizan traqueostomía quirúrgica (ST) de cabecera en pacientes con ventilación mecánica en la UCI. La traqueotomía al lado de la cama ganó fuerza después de la introducción de la técnica de dilatación múltiple de Ciaglia. A medida que se dispuso de datos preliminares de seguridad y se hizo más evidente la viabilidad de realizar traqueotomía percutánea (PT) al lado de la cama en la UCI, los intensivistas no quirúrgicos adoptaron principalmente la PT como una alternativa segura a la ST. En general, los cirujanos tardan más en adoptar las técnicas de PT que los no cirujanos, tal

vez debido a la capacidad de los cirujanos para continuar realizando ST, mientras que la mayoría de los no cirujanos no están capacitados ni acreditados en ST. Con el tiempo, con varias décadas de datos acumulativos disponibles para respaldar la comparabilidad de PT con ST en el perfil de seguridad, más cirujanos están adoptando el PT y agregándolo a su repertorio quirúrgico. Algunos cirujanos han considerado al PT como el estándar de oro para los pacientes que requieren traqueotomía para ventilación mecánica.(38) La mayoría de los PT se realizan al lado de la cama en la UCI. La ST se puede realizar de forma segura tanto al lado de la cama como en el quirófano, aunque la mayoría de las ST se realizan en el quirófano.(39) La PT al lado de la cama puede ser realizada de forma segura por cirujanos o intensivistas no quirúrgicos bien capacitados.(21) En comparación con la ST en el quirófano, el PT de cabecera requiere menos tiempo para realizarse y, por lo general, se realiza antes sin estar limitado por la necesidad de programar el quirófano, añadido al atractivo de PT sobre ST.(40)

Mientras que el ST se puede realizar sin ayuda de visualización broncoscópica, el PT de cabecera se realiza comúnmente bajo guía broncoscópica.

Los datos sobre el resultado de ambas técnicas son contradictorios, probablemente por la heterogeneidad de las técnicas de PT utilizadas y la falta de uniformidad en la definición y detección de algunas de las complicaciones, como la estenosis traqueal. Los datos sobre el resultado a largo plazo son limitados debido a la dificultad de obtener un seguimiento longitudinal, ya que es posible que muchos de los pacientes no sobrevivan a la enfermedad crítica, y muchos de los que sobreviven posteriormente pasan a centros de atención subaguda o crónica. Dos metaanálisis de ensayos controlados aleatorios mostraron que la PT de cabecera se comparó favorablemente con la ST realizada en la UCI y en el quirófano.(3) En comparación con la ST realizada en el quirófano, la PT se asoció con una disminución del sangrado y la mortalidad.(43)

Una revisión de 10 años de complicaciones a largo plazo en 616 pacientes con trauma que se sometieron a PT y ST encontró tasas similares a largo plazo de estenosis traqueal y una mayor tasa de mortalidad en ST.(44) El metaanálisis de la base de datos Cochrane de 20 ensayos que compararon PT con ST no informó diferencia en la mortalidad o sangrado

mayor, pero una reducción significativa en la tasa de infección de la herida y cicatrización a favor de la PT. Otro metaanálisis no informó ninguna diferencia en la tasa de estenosis o cicatrización traqueal.(45) Por lo que en los datos acumulados actuales parece que el PT de cabecera tiene un perfil de seguridad muy favorable y es al menos tan seguro como el ST.

Comparación entre las distintas formas de realizar traqueotomía percutánea usando marcadores anatómicos, guía broncoscópica o guía ultrasonográfica.

Además de las distintas técnicas para realizar la traqueostomía, con el pasar de los años se han desarrollado formas de asistir la traqueostomía, ellas son la asistencia con fibrobroncoscopio y la asistencia con ultrasonografía, ambas modalidades se suman a la forma de realizar la técnica como fue descrita inicialmente que es mediante el uso de marcas anatómicas.

En comparación con usar marcadores anatómicos, la asistencia por ultrasonografía o por fibrobroncoscopio, requiere un incremento en los materiales a usar, y mayor capacitación de los operarios tanto para el manejo del fibrobroncoscopio como para el manejo de ultrasonógrafo, incrementando con ello los costos del procedimiento, y las posibilidades de realizarlo en muchos entornos.

Existen distintos elementos que se consideran a la hora de comprar las distintas técnicas de traqueostomía, muchos de ellos enfocados en el tiempo de ejecución, cantidad y calidad de complicaciones, intentos para realizar canulación de tráquea con 1ra punción entre otros.

Comparación en éxito con punción de Primera intención

En un estudio K. Ilke , N. Aysenur et al. encontró que en la traqueostomía con marcadores anatómicos versus la traqueostomía guiada por ecografía dentro del plano no mostro diferencias estadísticamente significativas en cuando a punción de 1era intención, mientras que la punción ecoguiada fuera de plano es la que más éxito tuvo en punción de 1ra intención. Con resultados de 85% de éxito para la punción fuera de plano, 40% para la punción con marcador anatómico y 50% para la punción dentro de plano.(46)

Otro estudio de Máté Rudas et al. en 50 pacientes encontró que la punción de primera intención fue más exitosa cuando se realizó con guía ultrasonográfica 87% de éxito y 50% de éxito con marcadores.(47)

Otro estudio de Vi Am D. et al. encontró que la guía ultra sonográfica permitió menores punciones para canalizar de 1era intención, teniendo una media de 1.4 punciones en el grupo ecoguiado y 2.6 punciones en el grupo con marcadores anatómicos.(48)

Una revisión sistemática Kun-Te Lin k. et al. encontraron que el uso de guía ultrasonográfica aumento el éxito de punciones de primera intención, con un OR de 4.2 frente al uso de marcadores anatómicos, sin embargo, un valor de P de 0.429.(49)

Comparación en cuanto a complicaciones

En su revisión sistemática y metaanálisis Kun-Te Lin k. et al. encuentran una reducción en las complicaciones, excepto en el sangrado mayor, cuando se usa guía ultrasonográfica, con un riesgo relativo de 0.422, favoreciendo la guía ultrasonográfica, con intervalo de confianza de 0.24 a 0.71, sin embargo un valor de p de 0.429.(49) Mientras que Máté Rudas et al. no encuentran diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de complicaciones.(47)

Sin embargo, en el estudio de 60 pacientes de K. Ilke , N. Aysenur et al. si se encuentran diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la incidencia de complicaciones, siendo estas más frecuentes en los pacientes en los cuales se realizó el procedimiento guiado por ultrasonografía.(46)

Comparación en cuanto a tiempo de ejecución

Muchos factores se pueden asociar al tiempo de ejecución en el que se realiza la traqueostomía, pero este es un factor importante, ya que se encuentra directamente relacionado con costos generados por el procedimiento, con esto en mente también se han realizado comparaciones que abarquen este aspecto.

En 1 revisión sistemática se encontró que los datos eran insuficientes para establecer una comparación adecuada, debido a diferencias en los estudios en cuanto a las definiciones del tiempo total de procedimiento y a la falta de registro en algunos estudios.(46)

Otro estudio, que comparaba los 3 modos de realizar PDT, encontró que a pesar de existir en los estudios una tendencia a realizar el procedimiento en menor tiempo con la guía ultrasonografía, esta diferencia significancia estadística en ninguno de los estudios. En otro estudio en el que se compararon abordaje por marcadores anatómicos versus guía ultrasonográfica en punción fuera y dentro de plano se encontró una media de tiempo de realización de 7.0 minutos, sin existir diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los métodos.

Fracaso del procedimiento

Se entiende como fracaso del procedimiento de traqueostomía percutánea ya sea guiada por ecografía, fibrobroncoscopia o por puntos de referencias anatómicos, a la necesidad de convertir el procedimiento a traqueostomía quirúrgica abierta.(50)

Personal médico quirúrgico encargado del procedimiento

Las TP pueden ser realizadas por cualquier especialista que tenga el entrenamiento adecuado, medico intensivista, cirujano, otorrinolaringólogo o anestesiólogo, se sugiere que el especialista que realice la TP haya recibido el entrenamiento adecuado.(51)

No hay suficiente evidencia para determinar el número mínimo de procedimientos necesarios para hacer la traqueostomía de manera independiente. La Sociedad Americana de Tórax (ATS) y la Sociedad Respiratoria Europea (ERS) recomiendan de 5 a 10 procedimientos, mientras que el Colegio Americano de Médicos del Tórax (ACCP) recomienda 20 procedimientos.(51)

En el Hospital Nacional Rosales, la traqueotomía percutánea se realiza exclusivamente con equipo de un solo dilatador, precisando para ello adquisición de equipos fabricados para tal fin.

El personal que realiza traqueotomía difiere según la técnica empleada, cuando se realiza técnica con marcadores anatómicos se cuenta con: 1 cirujano principal (intensivista o residente de cuidados intensivos), 1 ayudante principal(intensivista o residente de cuidados intensivos), 1 experto en manejo de vía área(personal de terapia respiratoria) y 1 asistente del procedimiento (personal de enfermería).

Cuando se realiza traqueotomía guiada por ultrasonografía se cuenta con: 1 cirujano principal(intensivista o residente de cuidados intensivos) 1 ayudante principal(residente de radiología) que guía o realiza la punción, 1 experto en manejo de vía aérea(personal de terapia respiratoria) y 1 asistente del procedimiento (personal de enfermería). Los procedimientos ecoguiados son realizados con el ultrasonógrafo portátil de la Unidad de Cuidados Intensivos Quirúrgicos.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRIMARIO

Comparar los resultados de la traqueostomía percutánea guiada por marcadores anatómicos con la traqueostomía percutánea guiada por ultrasonografía en las unidades de Medicina Crítica del Hospital Nacional Rosales, de enero de 2021 a junio de 2023.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. Comparar las características clínicas de los pacientes a los cuales se realizó traqueostomía percutánea guiada por marcadores anatómicos con las guiadas por ultrasonografía.
2. Comparar la Traqueostomía Percutánea guiada por Marcadores Anatómicos con la Traqueostomía Percutánea guiada por Ultrasonografía en cuanto tiempo de ejecución.
3. Comparar la Traqueostomía Percutánea guiada por Marcadores Anatómicos con la Traqueostomía Percutánea guiada por Ultrasonografía en cuanto a punción de 1ra intención.
4. Conocer las complicaciones de la Traqueostomía Percutánea guiada por marcadores anatómicos y de la traqueostomía percutánea guiada por ultrasonografía
5. Comparar las complicaciones que ocurren en traqueostomía percutánea guiada por marcadores anatómicos con traqueostomía percutánea guiada por ultrasonografía.
6. Conocer la incidencia de fracasos de traqueostomía percutánea guiada por marcadores anatómicos con traqueostomía percutánea guiada por ultrasonografía.
7. Comparar la incidencia de fracasos de traqueostomía percutánea guiada por marcadores anatómicos con traqueostomía percutánea guiada por ultrasonografía.

MATERIALES Y MÉTODO

TIPO DE ESTUDIO

Para el desarrollo del presente estudio, utilizamos un diseño Observacional, analítico, longitudinal, de cohortes retrospectivo, no apareado.

1. Cohorte marcadores anatómicos= Pacientes con traqueostomía percutánea guiada por marcadores anatómicos.
2. Cohorte guía ultrasonográfica= Pacientes con traqueostomía percutánea guiada por ultrasonografía.

POBLACIÓN DEL ESTUDIO

Población Diana= Pacientes en UCI que requieran una traqueostomía

Población de estudio= Pacientes a los cuales se le realiza traqueotomía percutánea en las unidades de medicina crítica del Hospital Nacional Rosales

Muestra= Pacientes a los cuales se le realiza traqueotomía percutánea en las unidades de medicina crítica del Hospital Nacional Rosales en el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2021 al 30 de junio del 2023 y que cumplieran criterios de inclusión.

Debido al probable reducido tamaño poblacional se considerará al 100% de la población que cumplan con criterios de inclusión y exclusión para la muestra. Se estiman un total de 100 pacientes como población, este estimado se ha obtenido en base a la disponibilidad de insumos de traqueostomía percutánea con los que ha contado el Hospital en este periodo, estos insumos son condición necesaria para realizar el procedimiento.

Criterios de inclusión

- Haberse realizado traqueotomía percutánea durante estancia en una unidad de medicina crítica.
- Tener más de 18 años, independientemente del sexo.

- Traqueotomía percutánea realizada con marcadores anatómicos o con guía ultrasonográfica.

Criterios de exclusión

- Pacientes embarazadas.
- Haberse realizado traqueostomía convencional de primera indicación.
- Expedientes incompletos.

Los criterios de inclusión para cada cohorte serán:

Cohorte marcadores anatómicos:

- Cumplir con criterios de inclusión para muestra
- Haberse realizado traqueostomía percutánea mediante técnica con marcadores anatómicos.

Cohorte guía ultrasonográfica:

- Cumplir con los criterios de inclusión para muestra
- Haberse realizado traqueostomía percutánea mediante técnica guiada por ultrasonografía.

Cálculo del tamaño de muestra: No se realizó, se trabajó con el 100% de la población

Método de muestreo: la inclusión de pacientes fue de forma consecutiva.

Variables Utilizadas.

Variables de caracterización clínica:

Edad: edad en años del paciente a la fecha de ejecución del procedimiento

Sexo: Sexo biológico del paciente

SOFA: score SOFA obtenido 1 día previo a la ejecución del procedimiento

Variables de Objetivo Primario

- Tiempo de ejecución: tiempo comprendido desde el inicio del procedimiento hasta la finalización de este.
- Punción de 1era intención: traqueostomía en la cual se canalizó la vía aérea en la primera punción, sin necesidad de redirigir o puncionar nuevamente al paciente.
- Complicaciones: eventos adversos que ocurrieron como consecuencia directa de la realización del procedimiento.
- SOFA: Score SOFA que presentaba el paciente 1 día previo a la ejecución del procedimiento.
- Diagnóstico de ingreso: diagnóstico principal del paciente que motivo el ingreso
- Indicación de traqueostomía: causa directa que indica la ejecución de la traqueostomía.
- Unidad de Medicina Crítica: unidad de medicina crítica en la cual se realiza el procedimiento.

Objetivos secundarios

- Cirujano principal: Medico responsable de la ejecución del procedimiento.
- Fracaso de acceso: Traqueostomía que no se puede realizar por vía percutánea y debe ser convertida inmediatamente a tipo abierta.

MÉTODO DE RECOGIDA DE DATOS

Se procedió de la siguiente forma:

Con listados proporcionados por el departamento de estadística del hospital, se revisó cada expediente y se seleccionaron los que cumplían los criterios del estudio.

ENTRADA Y GESTIÓN INFORMÁTICA DE LOS DATOS

Una vez obtenidos los datos se vaciaron en una hoja de cálculo Microsoft Excel. En este programa se obtuvo la estadística descriptiva necesaria, mientras que para los análisis inferenciales se usó el programa estadístico epi-Info y Jamovi

ESTRATEGIA DE ANÁLISIS

Estadística descriptiva:

Inicialmente se realizó estadística descriptiva para comparar ambas cohortes:

Las variables categóricas se presentaron en frecuencias y porcentajes.

Las variables cuantitativas fueron inicialmente evaluadas su normalidad con la prueba de Kolmogorov Smirnov y dependiendo de ello se presentó en su respectiva medida de tendencia central, media si eran normales y su desviación estándar, o en mediana si no eran normales y sus rangos.

Estadística inferencial

Se trabajo con la hipótesis nula bilateral siguiente:

En pacientes en UCI que requieren una traqueostomía, hacer la traqueotomía percutánea con guiada por Ultrasonografía ES IGUAL que hacer la traqueotomía guiada por marcadores anatómicos para tiempo de ejecución, punción de 1era intención y complicaciones.

Se trabajo con un error alfa del 95%, utilizando por consiguiente un nivel de significancia estadística de $p \leq 0.05$

Se realizaron pruebas de comprobación de hipótesis para las variables categóricas de beneficio y complicaciones usando Xi-Cuadrado en aquellas dicotómicas y prueba exacta de Fisher si los eventos eran muy pocos.

Se realizaron comparaciones con prueba de U de Mann-Whitney para variables cuantitativas, ANOVA o Kruskall Wallis, según fuera el caso para demostrar diferencias estadísticas.

CONSIDERACIONES ÉTICAS:

El presente estudio cumple con las pautas éticas para la investigación relacionada con la salud con seres humanos , elaborados por la CIOMS y OMS.

Además el presente estudio fue aprobado por el comité de ética hospitalario para su ejecución.

RESULTADOS

Se identifico un total de 115 pacientes a los cuales se les realizó traqueostomía percutánea. De esos 14 fueron excluidos por tener información incompleta y 1 por no cumplir criterios de inclusión.

Quedando 51 pacientes en la cohorte de marcadores anatómicos y 49 en la cohorte guiado por ultrasonografía.

Los pacientes fueron similares en sus características basales en los dos grupos, tanto las demográficas como las clínicas, excepto en que en la UCI quirúrgica es donde más traqueostomías guiadas por USG se colocaron, ver tabla 1.

Tabla 1. Características de la población

Características	Cohorte marcadores anatómicos N=51	Cohorte guiados por USG N= 49	Total N= 100	Valor de p
Edad				
Mediana	46.0	46		0.54
Rangos	19 - 74	18 - 73		
Sexo				
Masculino	32	29	61	0.8731.
Femenino	19	20	39	

Diagnóstico de ingreso				0.350
Choque no séptico	6	6	12	
ECV	4	2	6	
Enf neuromuscular	5	4	9	
EPOC	4	2	6	
Gran quemado	3	8	11	
Politraumatizado no encefálico	6	4	10	
Post cirugía mayor	3	4	7	
SDRA/ neumonía	5	2	7	
Sepsis/choque séptico	9	4	13	
TCE severo	6	13	19	
Distribución por UCI				0.024
UCINT	8	2	10	
UCI trauma	3	3	6	
UCI quirúrgica	17	36	53	
UCI general	23	8	31	

Puntaje SOFA				0.69
Media	9.49	9.22	9.3	
Desviación Estándar	2.46	2.82		
Indicación de Traqueostomía				0.17
Facilitar destete de ventilación mecánica	20(39%)	15(31%)	35(35%)	
Manejo de secreciones traqueobronquiales	2(4%)	7(14%)	9(9%)	
Ventilación mecánica prolongada	29(57%)	27(55%)	56(56%)	

Fuente: Elaboración propia

Los 3 principales diagnósticos de ingreso en los pacientes a los cuales se les realizó traqueotomía percutánea, sin importar la técnica, fueron: Trauma cráneo encefálico severo, choque no séptico y choque séptico o sepsis. La causa más común de indicar traqueotomía fue la ventilación mecánica prolongada.

Al momento de la realización del procedimiento, los pacientes tenían el score de SOFA en media de 9.3 puntos, sin diferencia significativa entre ambas técnicas de realización, esto significa que se realizó procedimiento a pacientes con disfunción orgánica moderada a severa, con una mortalidad esperada desde el 33 al 50%.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de ejecución del procedimiento, mediana de 25 minutos para marcadores anatómicos y 27 minutos para

guiada por ultrasonografía. Se realizaron traqueotomías de primera punción en un 76% de los pacientes, sin diferencia estadística significativa entre ambas técnicas, tal como podemos ver en la tabla 2.

Las complicaciones se registraron en un 12% para la cohorte de marcadores anatómicos y un 21% para la cohorte de guía ultrasonográfica, sin embargo, no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos. Se presentó una muerte como consecuencia directa del procedimiento. El sangrado menor fue la complicación con mayor incidencia de todas con un 8% del total.

Tabla 2. Características del procedimiento

Característica	Cohorte marcadores Anatómicos N= 51	Cohorte guiada por USG N=49	Total N = 100	Valor de p
Tiempo de ejecución en minutos Mediana Rangos	25 15 - 35	27 15 - 35		0.73
Punción de primera intención				1.0
Sí	39(73%)	37(76%)	76(76%)	
No	12(23%)	12(24%)	24(24%)	
Total de complicaciones	6(12%)	10(21%)	16(16%)	0.283
Con complicación	45(88%)	39(79%)	84(84%)	
Sin complicación				
Complicaciones				

mayores				
Muerte	0	1	1	0.47
Neumotórax con enfisema	1	1	2	1.0
Sangrado mayor	2	2	4	1.0
Ninguna	45(88%)	39(79%)	84 (84%)	1.0
Complicaciones menores				
Enfisema subcutáneo	1	0	1	1.0
Sangrado menor	2	6	8	0.154
Ninguna	48 (94.11%)	43 (87.75%)	91 (91%)	1.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Procedimiento y Realizador

Característica	Cohorte marcadores Anatómicos N= 51	Cohorte guiada por USG N= 49	Total N = 100	Valor de p
Fracaso de acceso percutáneo	0	0	0	1.0
Sí	51	49	100	
No				
Cirujano principal				0.160
Residente de Cuidados Intensivos	20	27	47	
Intensivista	31	22	53	

Fuente: Elaboración propia

No encontramos diferencias estadísticamente significativas con relación al fracaso a la hora de realizar traqueostomía, ver tabla 3.

El Cirujano principal fue un médico intensivista con un 53% del total de procedimientos. Los residentes de cuidados intensivos fueron los que realizaron más procedimientos con guía ultrasonográfica, sin que se registre una diferencia significativa en cuanto al cirujano principal y la técnica empleada, tal como se puede observar en la tabla 3.

DISCUSIÓN

Realizada la presentación de los resultados, podemos afirmar que los objetivos del estudio se han cumplido, al permitirnos caracterizar y comparar los resultados de un procedimiento que hasta hace poco tiempo no se realizaba en el Hospital, con una técnica que lleva aún menos tiempo de realizarse. Y encontramos resultados que no esperábamos, como lo veremos más adelante.

El presente estudio posee una limitante importante que es el tamaño de muestra pequeño, que probablemente permitió la introducción de un error beta en la detección de pequeñas diferencias. Esta limitante fue debida a dos causas: una la falta de información completa que hizo descartar 14 expedientes, el 14% de la muestra total, reduciendo el tamaño de muestra e introduciendo menos poder para la detección de pequeñas diferencias. Y la otra causa es la escasa cantidad de traqueostomías realizadas al momento de esta investigación, esta aunque es una limitación que se genera de una disposición administrativa (no hay más kit de traqueotomía percutánea) tiene un impacto importante; al limitar la muestra del estudio, lo que abre paso a la probabilidad que en una cohorte mayor las diferencias encontradas, sin significancia estadística al momento, se tornen en datos que cambien las conclusiones que alcanzamos. Este efecto aparece sobre todo cuando analizamos los efectos adversos, que al ser de menor incidencia, se afectan más por un tamaño muestral más pequeño.

La edad de los pacientes sometidos a traqueostomía percutánea es menor que la reportada en la literatura, en la cual oscilan entre medias de 54 a 64 años^{2,3,33,35,38}, sin embargo, este hecho no está en relación con la técnica usada, sino a las características propias de la población. El predominio del sexo masculino^{3,33,38} es algo que se encuentra reportado en casi todas las series consultadas, sin que exista una relación al tipo de técnica empleada,

sino más bien con la necesidad de cuidados intensivos, que en nuestro contexto, es el trauma en pacientes jóvenes.

Los diagnósticos de ingreso de los pacientes presentan desviaciones importantes con lo reportado en la literatura, en esta se reporta que la principal indicación de traqueotomía son las patologías respiratorias (SDRA/EPOC)^{3,30,50}, y la patología neurológica traumática o no traumática^{30,50}. Sin embargo en nuestra serie la mayoría de los pacientes pertenecen al grupo de trauma cráneo encefálico, choque no séptico y choque séptico/sepsis. No existe relación de en cuanto a la técnica empleada y los diagnósticos de ingreso, sin embargo, valdría la pena revisar el porque no son los pacientes con patología pulmonar los que precisan en mayor medida la traqueotomía percutánea.

El puntaje de SOFA se reporta en la literatura con una media de 9 puntos³³, dato similar al encontrado en nuestro estudio, sin que exista una relación entre este dato y la técnica empleada. Este dato tampoco influye en los posibles desenlaces, ya que se realizaron en pacientes con mortalidades esperadas no mayores al 50%, por lo que las complicaciones que se presentaron no se pueden achacar a pacientes extremadamente graves.

En cuanto a la indicación para la realización de la traqueotomía, los datos encontrados mencionan la ventilación mecánica y facilitar el destete como las principales indicaciones de la misma^{34,50}, en porcentajes que van desde el 38% al 54%. No existe una relación entre la técnica empleada y la indicación de esta. Y esta misma proporción de indicaciones se mantiene en nuestro estudio.

El tiempo empleado para la ejecución de la traqueotomía en nuestro estudio es levemente superior al reportado en la literatura, siendo esta de 8 a 20 minutos^{2,3,30,33,47,48,49} para la técnica con marcadores anatómicos y de 10 a 23^{2,3,30,33,47,48,49} para la técnica con ultrasonografía. Los tiempos de ejecución son superiores en ambas técnicas, sin encontrarse diferencia estadística significativa en ninguna de ellas. Algunos de los

estudios citados^{2,47} ofrecía una ligera ventaja en el tiempo de ejecución para la traqueotomía guiada por marcadores anatómicos, basado en el hecho que se prescindía de la evaluación ultrasonográfica, que conlleva más tiempo, sin embargo, estos datos no se corroboraron en otros estudios^{48,49}; y en nuestra serie a pesar de que la técnica con marcadores anatómicos es más rápida no alcanza diferencia estadísticamente significativa.

La punción de primera intención presenta datos contradictorios, en algunos estudios^{3,45,46,47,49} encontraron tasas de éxito de primera punción mayores al 90% en la traqueotomía guiada por ultrasonografía, mientras que en nuestra serie este valor cae tan bajo como el 76%, siendo esta una de las principales ventajas mencionadas de esta técnica. La Tasa de éxitos en punción de primera intención para la técnica de marcadores anatómicos se mantiene oscilando entre 70-84%^{3,45,47,48,49}, en nuestra serie los valores se encuentran muy similares a los reportados. En los estudios mencionados, existe diferencia estadísticamente significativa en la punción de primera intención con el uso de guía ultrasonográfica, haciendo de esta uno de los elementos más atractivos de su uso. Es muy probable que no encontrar este comportamiento en nuestra serie se deba a la pericia de los operados, siendo este el segundo dato que apoya este supuesto (primero el aumento en el tiempo de ejecución), por lo que en nuestro centro uno de los principales atractivos para realizar traqueotomías guiadas por ultrasonografía no se cumple.

En las complicaciones encontramos un comportamiento nada parecido a la literatura, distintos estudios muestran que el uso del ultrasonido disminuye el total de complicaciones y las complicaciones mayores y menores en la realización de traqueotomía, comparada con el uso de marcadores anatómicos.^{2,3,34,44,46,47,48}, con porcentajes de complicaciones tan bajos como el 3%, oscilando entre 5 a 10% máximo. También la mayoría de complicaciones mencionadas son sangrados (menores y mayores), punción de pared posterior de tráquea. La incidencia de complicaciones usando marcadores anatómicos alcanza hasta un 21%⁴⁶, con valores oscilando entre el 8 y el

17%^{3,46,48}. Lo que encontramos en nuestra serie es una incidencia aceptable de complicaciones asociadas al uso de técnica de marcadores anatómicos, sin embargo, una incidencia elevada de complicaciones con el uso de ultrasonografía, esta diferencia no presenta una diferencia significativa en nuestra serie. Pero nuevamente uno de los principales atractivos es la disminución de complicaciones con el uso de ultrasonografía, que no se logra en nuestro centro al momento. Este comportamiento nos hace creer nuevamente que existe una curva de aprendizaje que se está desarrollando en el procedimiento con el uso de ultrasonografía. Otro elemento que llama la atención es la presencia de 1 muerte relacionada directamente con la realización de traqueotomía percutánea, que sucedió en el grupo de guía ultrasonográfica, sin que existiera diferencia estadísticamente significativa. Por último la ocurrencia de neumotórax en nuestra serie, (complicación reportada en la literatura más reciente^{2,3,44-50}, a pesar de estar descrita) está en probable relación con el incipiente desarrollo de la técnica en nuestro contexto.

La tasa de éxito de ejecución del procedimiento de nuestra serie fue del 100% para ambas técnicas, siendo este un resultado esperado cuando se usa la guía ultrasonográfica^{3, 44-50}, y una mejoría las series que reportan marcadores anatómicos, en el cual la tasa de fracasos de acceso se encuentra entre 2 y 4%^{3, 44-50}.

En cuanto al personal que realiza el procedimiento, en las referencias consultadas⁴⁴⁻⁴⁹, son médicos intensivistas con entramiento en ultrasonografía o sin entramiento en ultrasonografía quienes realizan el procedimiento ecoguiado o con marcadores anatómicos respectivamente, sin que exista diferencia sustancial en esto. Llama la atención que para la ejecución de este procedimiento no se une el concurso de especialistas en radiología e imágenes según lo reportado en la literatura, sino que es un intensivista entrenado en ultrasonografía⁴⁴⁻⁴⁹ el que realiza el procedimiento. Será necesario evaluar posteriormente el uso de ecografía por intensivistas para la ejecución de procedimientos, ya que estas modalidades son de reciente ejecución en nuestro Hospital.

Se ha encontrado un incremento en el tiempo de ejecución, complicaciones y fracasos de punción de primera intención cuando se compara la técnica guiada por ultrasonografía con lo reportado en la literatura para la misma técnica. Es muy probable que esto tenga que ver con la pericia y curva de aprendizaje del uso de ultrasonografía en los operadores, ya que como hemos mencionado durante el estudio para la ejecución de técnica guiada por ultrasonografía se usaba el concurso de un residente de radiología, y no eran los intensivistas entrenados en ultrasonografía los que realizaban el procedimiento, ya que durante el periodo estudiado, no existían intensivistas entrenados en ultrasonografía en el Hospital Nacional Rosales. Es probable que esto explique la tasa alta de complicaciones y fracasos encontrados en nuestra serie. Pero a pesar de esta situación la ejecución de ambas técnicas es similar y cuando se hace el análisis global, la incidencia de complicaciones es muy similar a lo reportado en la literatura y el porcentaje de fracasos de la traqueotomía percutánea es cero.

Todo esto es suficiente para afirmar que el uso de traqueostomía percutánea es similar en el Hospital Nacional Rosales, y al momento no hay una ventaja significativa de una técnica frente a otra, sin embargo, debe mejorarse el uso de ultrasonografía por intensivistas y probablemente de esta manera se logren disminuir complicaciones, tiempo de ejecución y punción de primera intención cuando se usa guía ultrasonográfica.

Mientras que la técnica guiada por marcadores anatómicos parece tener una ejecución sólida y segura en nuestro centro, con muy buenos resultados comparables con la literatura reportada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Klotz R, Probst P, Deininger M, Klaiber U, Grummich K, Diener MK, et al. Percutaneous versus surgical strategy for tracheostomy: a systematic review and meta-analysis of perioperative and postoperative complications. *Langenbecks Arch Surg.* marzo de 2018;403(2):137-49.
2. Iftikhar IH, Teng S, Schimmel M, Duran C, Sardi A, Islam S. A Network Comparative Meta-analysis of Percutaneous Dilatational Tracheostomies Using Anatomic Landmarks, Bronchoscopic, and Ultrasound Guidance Versus Open Surgical Tracheostomy. *Lung.* junio de 2019;197(3):267-75.
3. Brass P, Hellmich M, Ladra A, Ladra J, Wrzosek A. Percutaneous techniques versus surgical techniques for tracheostomy. *Cochrane Database Syst Rev.* 20 de julio de 2016;7(7):CD008045.
4. Frost EA. Tracing the tracheostomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1976;85(5 Pt.1):618-24.
5. Cox CE, Carson SS, Holmes GM, Howard A, Carey TS. Increase in tracheostomy for prolonged mechanical ventilation in North Carolina, 1993-2002. *Crit Care Med.* noviembre de 2004;32(11):2219-26.
6. Zeitouni AG, Kost KM. Tracheostomy: a retrospective review of 281 cases. *J Otolaryngol.* febrero de 1994;23(1):61-6.
7. Jackson C. Tracheotomy. *The Laryngoscope.* 1909;19(4):285-90.
8. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol.* mayo de 1953;39(5):368-76.

9. Shelden CH, Pudenz RH, Freshwater DB, Crue BL. A new method for tracheotomy. *J Neurosurg.* julio de 1955;12(4):428-31.
10. Toy FJ, Weinstein JD. A percutaneous tracheostomy device. *Surgery.* febrero de 1969;65(2):384-9.
11. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest.* junio de 1985;87(6):715-9.
12. Ciaglia P. Technique, complications, and improvements in percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest.* mayo de 1999;115(5):1229-30.
13. Schachner A, Ovil Y, Sidi J, Rogev M, Heilbronn Y, Levy MJ. Percutaneous tracheostomy--a new method. *Crit Care Med.* octubre de 1989;17(10):1052-6.
14. Schachner A, Ovil J, Sidi J, Avram A, Levy MJ. Rapid percutaneous tracheostomy. *Chest.* noviembre de 1990;98(5):1266-70.
15. Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet.* junio de 1990;170(6):543-5.
16. Fantoni A, Ripamonti D. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med.* abril de 1997;23(4):386-92.
17. Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K. [Ciaglia blue rhino: a modified technique for percutaneous dilatation tracheostomy. Technique and early clinical results]. *Anaesthesist.* marzo de 2000;49(3):202-6.

18. Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. *Intensive Care Med.* marzo de 2002;28(3):299-303.
19. Z AS, I S. Percutaneous Tracheostomy. *Semin Respir Crit Care Med* [Internet]. diciembre de 2018 [citado 17 de marzo de 2023];39(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30641590/>
20. Heffner JE, Hess D. Tracheostomy management in the chronically ventilated patient. *Clin Chest Med.* marzo de 2001;22(1):55-69.
21. Db S, K L, C R, N RR, L F, F R, et al. Safety and feasibility of percutaneous tracheostomy performed by neurointensivists. *Neurocrit Care* [Internet]. 2009 [citado 17 de marzo de 2023];10(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19130311/>
22. Kollef MH, Levy NT, Ahrens TS, Schaiff R, Prentice D, Sherman G. The use of continuous i.v. sedation is associated with prolongation of mechanical ventilation. *Chest.* agosto de 1998;114(2):541-8.
23. Friedman Y. Indications, timing, techniques, and complications of tracheostomy in the critically ill patient. *Curr Opin Crit Care.* febrero de 1996;2(1):47.
24. Yung MW, Snowdon SL. Respiratory resistance of tracheostomy tubes. *Arch Otolaryngol Chic Ill 1960.* septiembre de 1984;110(9):591-5.
25. Davis K, Campbell RS, Johannigman JA, Valente JF, Branson RD. Changes in respiratory mechanics after tracheostomy. *Arch Surg Chic Ill 1960.* enero de 1999;134(1):59-62.

26. Mota LAA, de Cavalho GB, Brito VA. Laryngeal complications by orotracheal intubation: Literature review. *Int Arch Otorhinolaryngol.* abril de 2012;16(2):236-45.
27. Whited RE. A prospective study of laryngotracheal sequelae in long-term intubation. *The Laryngoscope.* marzo de 1984;94(3):367-77.
28. Al-Shathri Z, Susanto I. Percutaneous Tracheostomy. *Semin Respir Crit Care Med.* diciembre de 2018;39(06):720-30.
29. Gupta S, Mohamed Z, Mishra RC, Gupta KV, Chakraborty N. Tracheostomy in Adult Intensive Care Unit: An ISCCM Expert Panel Practice Recommendations. *Indian J Crit Care Med.* 1 de enero de 2020;24(S1):S31-42.
30. Song J, Xuan L, Wu W, Zhu D, Zheng Y. Comparison of Percutaneous Dilatational Tracheostomy Guided by Ultrasound and Bronchoscopy in Critically Ill Obese Patients: Ultrasound-Guided PDT in Critically Ill Obese Patients. *J Ultrasound Med.* mayo de 2018;37(5):1061-9.
31. Hernández CGP, Santos MEM, Huelva AB. TRAQUEOTOMÍA: INDICACIONES, TÉCNICA Y COMPLICACIONES. INTUBACIÓN.
32. S P Ambesh, T N Trofter, E S Lin. Principles and practice of percutane, 1^o edicion. Jaypee Brothers Medical Pub. Septiembre 2010. Capitulo 6. Pagina 41-42.
33. Ravi PR, Vijay MN. Real time ultrasound-guided percutaneous tracheostomy: Is it a better option than bronchoscopic guided percutaneous tracheostomy? *Med J Armed Forces India.* abril de 2015;71(2):158-64.
34. Gobatto ALN, Besen BAMP, Tierno PFGMM, Mendes PV, Cadamuro F, Joelsons D, et al. Comparison between ultrasound- and bronchoscopy-guided

- percutaneous dilational tracheostomy in critically ill patients: A retrospective cohort study. *J Crit Care*. febrero de 2015;30(1):220.e13-220.e17.
35. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest*. noviembre de 2000;118(5):1412-8.
36. Petros S. Percutaneous tracheostomy. *Crit Care*. 1999;3(2):R5-10.
37. Johnson-Obaseki S, Veljkovic A, Javidnia H. Complication rates of open surgical versus percutaneous tracheostomy in critically ill patients: Surgical Versus Percutaneous Tracheostomy. *The Laryngoscope*. noviembre de 2016;126(11):2459-67.
38. Kornblith LZ, Burlew CC, Moore EE, Haenel JB, Kashuk JL, Biffl WL, et al. One thousand bedside percutaneous tracheostomies in the surgical intensive care unit: time to change the gold standard. *J Am Coll Surg*. febrero de 2011;212(2):163-70.
39. Nd F, Po D, Jk R. The safety and efficacy of bedside tracheotomy. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg [Internet]*. octubre de 1993 [citado 17 de marzo de 2023];109(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8233508/>
40. Silvester W, Goldsmith D, Uchino S, Bellomo R, Knight S, Seevanayagam S, et al. Percutaneous versus surgical tracheostomy: A randomized controlled study with long-term follow-up. *Crit Care Med*. agosto de 2006;34(8):2145-52.
41. Wang SJ, Sercarz JA, Blackwell KE, Aghamohammadi M, Wang MB. Open bedside tracheotomy in the intensive care unit. *The Laryngoscope*. junio de 1999;109(6):891-3.

42. Susanto I. Comparing percutaneous tracheostomy with open surgical tracheostomy. *BMJ*. 5 de enero de 2002;324(7328):3-4.
43. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Lond Engl*. 2006;10(2):R55.
44. Kettunen WW, Helmer SD, Haan JM. Incidence of overall complications and symptomatic tracheal stenosis is equivalent following open and percutaneous tracheostomy in the trauma patient. *Am J Surg*. noviembre de 2014;208(5):770-4.
45. Dempsey GA, Morton B, Hammell C, Williams LT, Tudur Smith C, Jones T. Long-Term Outcome Following Tracheostomy in Critical Care: A Systematic Review. *Crit Care Med*. marzo de 2016;44(3):617-28.
46. Kupeli I, Nalbant RA. Comparison of 3 techniques in percutaneous tracheostomy: Traditional landmark technique; ultrasonography-guided long-axis approach; and short-axis approach – Randomised controlled study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. diciembre de 2018;37(6):533-8.
47. Rudas M, Seppelt I, Herkes R, Hislop R, Rajbhandari D, Weisbrodt L. Traditional landmark versus ultrasound guided tracheal puncture during percutaneous dilatational tracheostomy in adult intensive care patients: a randomised controlled trial. *Crit Care Lond Engl*. 18 de septiembre de 2014;18(5):514.
48. Dinh VA, Farshidpanah S, Lu S, Stokes P, Chrissian A, Shah H, et al. Real-time Sonographically Guided Percutaneous Dilatational Tracheostomy Using a Long-Axis Approach Compared to the Landmark Technique. *J Ultrasound Med*. agosto de 2014;33(8):1407-15.

49. Lin KT, Kao YS, Chiu CW, Lin CH, Chou CC, Hsieh PY, et al. Comparative effectiveness of ultrasound-guided and anatomic landmark percutaneous dilatational tracheostomy: A systematic review and meta-analysis. Cohen O, editor. PLOS ONE. 28 de octubre de 2021;16(10):e0258972.
50. Añón JM, Araujo JB, Escuela MP, González-Higueras E. Traqueotomía percutánea en el paciente ventilado. *Med Intensiva*. 1 de abril de 2014;38(3):181-93.
51. Raimondi N, Vial MR, Calleja J, Quintero A, Cortés Alban A, Celis E, et al. Guías basadas en la evidencia para el uso de traqueostomía en el paciente crítico. *Med Intensiva*. 1 de marzo de 2017;41(2):94-115.