



## Gambaran Komplikasi *Percutaneous Dilatational Tracheostomy* pada Pasien Kritis di *Intensive Care Unit* (ICU) RSUP H. Adam Malik Medan

Muhibbut Thibri<sup>1\*</sup>, Muhammad Ihsan<sup>2</sup>, Bastian Lubis<sup>2</sup>

1. Program Studi Anestesi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara - RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia
2. Departemen Anestesi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara - RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia

\*penulis korespondensi

DOI: 10.55497/majanestricar.v42i3.368

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** *Percutaneous dilatational tracheostomy* (PDT) diindikasikan pada kegagalan ekstubasi, obstruksi jalan napas bagian atas, proteksi jalan napas, akses pembuangan sekresi napas serta untuk menghindari cedera orofaring dan laring yang serius akibat intubasi translaring yang berkepanjangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan bagaimana komplikasi yang dapat terjadi pada prosedur PDT.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif retrospektif dengan metode *cross-sectional*. Setelah diperoleh persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara, dilakukan pengambilan sampel berupa rekam medis seluruh pasien kritis yang menjalani trakeostomi di ICU RSUP H. Adam Malik pada bulan Januari hingga Desember 2022.

**Hasil:** Dari total 37 pasien, perempuan (54%) lebih banyak dibandingkan laki-laki (46%). Pasien terbanyak berada pada rentang usia 40-60 tahun (43%). Diagnosis paling umum adalah masalah endokrin (26%), diikuti masalah pernapasan (21%), sementara masalah gastrointestinal (3%) adalah yang paling jarang di ICU. Indikasi trakeostomi terbanyak adalah gagal weaning ventilator (23 pasien), sedangkan yang paling sedikit adalah Obstruksi Saluran Nafas Atas (OSNA) dengan 1 pasien. Sebagian besar trakeostomi dilakukan setelah lebih dari 7 hari perawatan di ICU (84%). Mayoritas trakeostomi pada pasien kritis di ICU RSUP H. Adam Malik dilakukan tanpa bantuan bronkoskopi. Komplikasi yang dialami pasien trakeostomi di ICU mencakup perdarahan ringan, emfisema subkutis, infeksi terlokalisir, dan cedera trakea.

**Simpulan:** Indikasi trakeostomi terbanyak adalah gagal weaning dan dilakukan dalam waktu rawatan lebih dari 7 hari. Komplikasi yang terjadi adalah perdarahan ringan, emfisema subkutis, infeksi terlokalisir, dan cedera trakea.

**Kata Kunci:** Cedera trakea; emfisema; komplikasi; perdarahan; trakeostomi dilatasi perkutan



## Overview of Complications of Percutaneous Dilatational Tracheostomy in Critical Patients in the ICU of H. Adam Malik General Hospital, Medan

Muhibbut Thibri<sup>1\*</sup>, Muhammad Ihsan<sup>2</sup>, Bastian Lubis<sup>2</sup>

1. Study program of Anesthesiology and Intensive Care, Faculty of Medicine, Universitas Sumatera Utara - H. Adam Malik General Hospital, Medan, Indonesia
2. Departement of Anesthesiology and Intensive Care, Faculty of Medicine, Universitas Sumatera Utara - H. Adam Malik General Hospital, Medan, Indonesia

\*corresponding author

DOI: 10.55497/majanestcricar.v42i3.368

### ABSTRACT

**Background:** Percutaneous dilatation tracheostomy (PDT) is indicated for failure of extubation, upper airway obstruction, airway protection, access to respiratory secretions, and to avoid serious injury to the oropharynx and larynx due to prolonged translaryngeal intubation. The aim of this study is to describe how complications can occur during the PDT procedure.

**Methods:** This research is a retrospective descriptive study with a cross-sectional method. After obtaining approval from the Ethics Committee of the Faculty of Medicine, University of North Sumatra, Medan, samples were taken, namely the medical records of all critical patients with tracheostomy in the Intensive Care Unit (ICU) of H. Adam Malik General Hospital in January–December 2022.

**Results:** A total of 37 patients were included in the study, with more females (54%) than males (46%). The majority of patients were aged between 40-60 years (43%). The most common diagnosis was endocrine disorders (26%), followed by respiratory issues (21%), while gastrointestinal problems (3%) were the least frequent in the ICU. The most frequent indication for tracheostomy was ventilator weaning failure (23 patients), and the least common was upper airway obstruction (UAO) with 1 patient. Most tracheostomies were performed after more than 7 days of ICU care (84%). The majority of tracheostomies in critical patients at H. Adam Malik General Hospital ICU were performed without bronchoscopic assistance. Complications in tracheostomy patients included mild bleeding, subcutaneous emphysema, localized infection, and tracheal injury.

**Conclusion:** The most common indication for tracheostomy is failed weaning, which is carried out within a hospital stay of more than 7 days. Complications that occur are light bleeding, subcutaneous emphysema, localized infection, and tracheal injury.

**Keywords:** Complications; emphysema; mild bleeding; percutaneous dilatation tracheostomy; tracheal injury

## PENDAHULUAN

Kegawatdaruratan pernapasan pada pasien dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Obstruksi jalan napas dapat terjadi pada setiap tingkat dari mulut sampai karina. Pergeseran lidah posterior, darah, sekresi, gigi, muntah, benda asing, edema, dan cedera jalan napas langsung merupakan penyebab gangguan atau obstruksi jalan napas. Trakeostomi merupakan salah satu prosedur di ICU yang diharapkan menjadi sering dilakukan seiring dengan meningkatnya penggunaan ventilator dengan jangka waktu yang panjang.<sup>1</sup> Adapun indikasi medis trakeostomi meliputi kegagalan ekstubasi, obstruksi jalan napas bagian atas, proteksi jalan napas, dan akses jalan napas untuk pembuangan sekresi serta menghindari cedera orofaring dan laring yang serius akibat intubasi translaring yang berkepanjangan. Penelitian Vargas *et al.* menemukan bahwa indikasi yang paling sering untuk PDT adalah ventilasi mekanis berkepanjangan dan kesulitan dalam weaning ventilator.<sup>2</sup>

Trakeostomi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan intubasi endotrakea jangka panjang, yaitu dari aspek peningkatan kenyamanan pasien, kesehatan mulut, kemampuan makan dan komunikasi serta perawatan yang lebih aman dan mudah.<sup>3</sup> Penggunaan trakeostomi dapat mengurangi hambatan udara, memudahkan proses weaning dengan mengurangi penggunaan obat analgetik dan sedatif serta mencegah pneumonia terkait ventilator.<sup>4</sup> Hoseini *et al.* menemukan bahwa sebagian besar pasien hanya mengalami satu komplikasi dalam tindakan trakeostomi, yaitu sebesar 21,5%, selanjutnya 19,6% pasien mengalami dua komplikasi dan 0,9% pasien tidak mengalami komplikasi. Komplikasi yang paling umum adalah infeksi dan kemerahan (46,7%), pembengkakan (43,9%), serta perdarahan dan kebocoran udara dari trakeostomi (33,6%).<sup>5</sup>

Studi retrospektif terkait *percutaneous dilatational tracheostomy* (PDT) yang dilakukan oleh Jackson menemukan bahwa komplikasi minor dengan perbedaan yang kurang signifikan antara PDT yang dilakukan dengan atau tanpa panduan bronkoskopi, perbedaan yang didapatkan yaitu waktu tindakan yang

lebih pendek pada pasien tanpa bronkoskopi.<sup>6</sup> Kekurangan PDT dengan bantuan bronkoskopi yang dapat ditemukan seperti hipoventilasi, hiperkarbia, asidosis respiratorik, peningkatan tekanan intrakranial, kerusakan bronkoskopi selama kanulasi trakea dan lainnya tidak banyak ditemui dalam penelitian.<sup>7</sup> Berdasarkan observasi awal yang telah dilakukan, ditemukan informasi pasien PDT di ICU RSUP H. Adam Malik pada tahun 2022 berjumlah 50 orang. Namun, belum terdapat data terkait pasien trakeostomi beserta komplikasinya. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait komplikasi trakeostomi pada pasien kritis di ICU RSUP H. Adam Malik Medan.

## METODE PENELITIAN

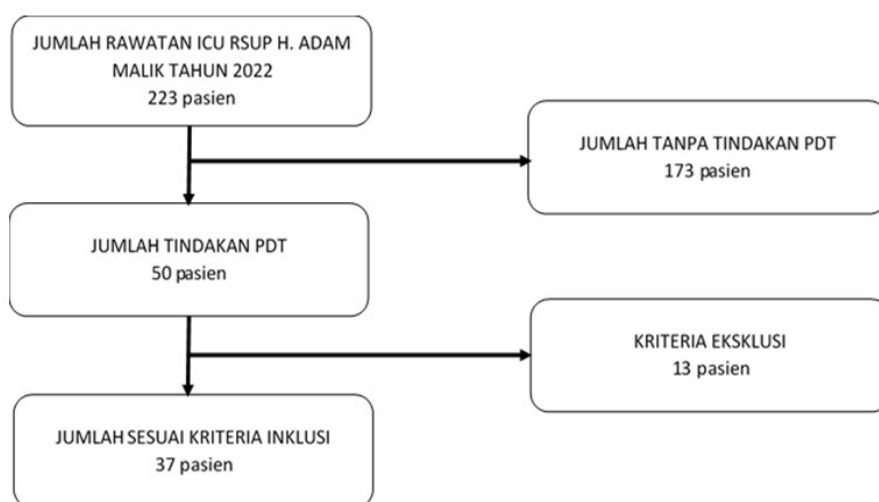
Penelitian ini dilakukan setelah mendapat izin dari Komisi Etik Penelitian Bidang Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara dengan nomor lulus kaji etik 330/KEPK/USU/2023. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif retrospektif dengan desain penelitian adalah *cross-sectional*. Data yang diambil merupakan data sekunder dari rekam medik pada tahun 2022. Penelitian ini dilakukan di ICU RSUP H. Adam Malik. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pasien yang diberi tindakan trakeostomi di RSUP H. Adam Malik Medan, dengan teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah subjek penelitian dengan memenuhi kriteria inklusi. Kriteria pada penelitian ini mencakup data rekam medis lengkap pasien kritis di ICU yang mendapatkan tindakan trakeostomi pada bulan Januari – Desember 2022, di mana kelengkapan data sendiri mencakup data jenis kelamin, umur, diagnosis, indikasi PDT, waktu dimulai pelaksanaan trakeostomi, tindakan trakeostomi dengan atau tanpa bantuan bronkoskopi serta keterangan komplikasi trakeostomi pasien. Kriteria eksklusi dari penelitian ini mencakup pasien dengan data rekam medis yang tidak lengkap yang telah melakukan tindakan trakeostomi di ICU, dimana data rekam medis rusak, hilang maupun tidak terbaca. Dari perhitungan sampel dengan metode *total sampling*, didapatkan besar sampel minimal sebanyak 37 sampel. Dilakukan pencatatan tentang karakteristik sampel,

diagnosis pasien yang menjalani operasi, indikasi trakeostomi, waktu, dan penggunaan alat bantu saat diagnostik.

## HASIL PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2023 di ICU RSUP H. Adam Malik Medan dengan metode deskriptif retrospektif. Menggunakan teknik *total sampling* berjumlah 37 pasien, meliputi seluruh pasien kritis di ICU yang mendapatkan tindakan trakeostomi di RSUP H. Adam Malik Medan pada Januari – Desember 2022.

Berdasarkan Tabel 1, data yang didapatkan terkait karakteristik pasien yaitu jenis kelamin dan usia, disimpulkan bahwa pasien kritis dengan trakeostomi di ruang ICU di RSUP H. Adam Malik berjumlah 37 pasien, dengan persentase terbanyak pada pasien perempuan yaitu 54% atau 20 pasien dan pasien laki-laki 46% atau 17 pasien. Usia pasien kritis dengan trakeostomi di ICU terbanyak merupakan pasien berumur 40-60 tahun sebanyak 43% atau 16 pasien dan paling sedikit adalah pasien kurang dari 20 tahun yaitu 6% atau 2 pasien.



**Gambar 1.** Flow diagram rekrutmen subjek penelitian

Diagnosis pasien yang mendasari masuk ICU bervariasi sesuai dengan tingkat keparahan penyakit. Pada penelitian ini, diagnosis dikelompokkan menjadi permasalahan kardiovaskular, pernapasan, neurologis, gastrointestinal, endokrin, dan pascaoperasi. Berdasarkan Tabel 2, diagnosis terbanyak pada

pasien kritis dengan trakeostomi di ICU adalah permasalahan endokrin (26%) dan pernapasan (21%), sedangkan permasalahan gastrointestinal adalah yang paling jarang (3%). Penelitian ini juga menemukan bahwa indikasi pemasangan trakeostomi terbanyak di ICU RSUP H. Adam Malik adalah gagal weaning ventilator.

**Tabel 1.** Karakteristik sampel penelitian

Karakteristik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki - laki	17	46
Perempuan	20	54
Usia (tahun)		
< 20 tahun	2	6
20-40 tahun	6	16
40-60 tahun	16	43
> 60 tahun	13	35

**Tabel 2.** Diagnosis pasien kritis dengan trakeostomi di ICU

Diagnosis	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kardiovaskular	4	7
Pernapasan	13	21
Neurologis	7	12
Gastrointestinal	2	3
Endokrin	16	26
Pascaoperasi	9	15
Sepsis	10	16

Berdasarkan Tabel 3, indikasi trakeostomi terbanyak adalah gagal weaning ventilator, yaitu sebanyak 23 orang dan indikasi yang paling sedikit

adalah OSNA yaitu 1 orang. Waktu pelaksanaan trakeostomi pada penelitian ini dinilai sejak pasien masuk ke ruang ICU hingga dilakukan

**Tabel 3.** Indikasi trakeostomi pasien kritis di ICU

Indikasi	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Gagal weaning ventilator	23	62
Ventilator jangka panjang	13	35
OSNA	1	3

tindakan trakeostomi. Waktu trakeostomi tersebut dibagi menjadi dua kategori yaitu lebih dari 7 hari dan kurang dari 7 hari. Pemasangan PDT dapat dilakukan dengan atau tanpa alat bantu berupa bronkoskopi. Pemasangan PDT dengan bantuan bronkoskopi juga dilakukan di ICU RSUP H. Adam Malik.

Pada Tabel 4 didapatkan informasi bahwa trakeostomi pada pasien kritis di ICU paling banyak dilakukan setelah lebih dari 7 hari rawatan ICU yaitu sebanyak 84%. Sebagian besar pemasangan trakeostomi pada pasien kritis di ICU RSUP H. Adam Malik dilakukan tanpa menggunakan alat bantu berupa bronkoskopi.

**Tabel 4.** Waktu dan penggunaan alat bantu trakeostomi

Indikasi	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Waktu trakeostomi		
> 7 hari	31	84
< 7 hari	6	16
Alat Bantu		
Dengan bronkoskopi	6	16
Tanpa bronkoskopi	31	84

Komplikasi pemasangan trakeostomi di ICU dapat terjadi pada beberapa pasien. Pada penelitian ini, komplikasi trakeostomi dibagi menjadi komplikasi ringan dan berat. Berikut komplikasi trakeostomi yang terdapat di ICU RSUP H. Adam Malik. Pada Tabel 5 dijelaskan bahwa komplikasi

yang terjadi pada pasien trakeostomi di ICU RSUP H. Adam Malik merupakan perdarahan ringan, emfisema subkutis serta infeksi terlokalisir yang merupakan golongan komplikasi ringan. Adapun komplikasi berat yang terjadi merupakan cedera trakea pada satu orang pasien.

Tabel 5. Komplikasi trakeostomi di ICU

Indikasi	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Ringan		
Perdarahan ringan	31	84
Emfisema subkutis	6	16
Infeksi terlokalisir		
Berat	6	16
Cedera trakea	31	84

## PEMBAHASAN

### *Jenis Kelamin dan Usia*

Pasien kritis dengan trakeostomi di ruang ICU RSUP H. Adam Malik berjumlah 37 pasien, dengan persentase terbanyak pada pasien perempuan yaitu 54% atau 20 pasien dan pasien laki-laki 46% atau 17 pasien. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian Sahiner yang mengidentifikasi terkait tindakan PDT di ruang ICU, mendapatkan hasil bahwa 56,4 % pasien PDT di ICU merupakan pasien perempuan.<sup>8</sup> Hasil penelitian tersebut tidak sejalan dengan penelitian Koc yang menemukan dari 388 pasien PDT didapatkan bahwa PDT lebih banyak dilakukan pada pasien laki-laki (53,6%) dibandingkan dengan perempuan (46,4%).<sup>9</sup> Pada penelitian sebelumnya didapatkan data bahwa 91,7% pasien trakeostomi di ICU merupakan pasien laki-laki.<sup>10</sup> Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Anindito *et al.* juga menemukan bahwa distribusi pasien laki-laki dengan trakeostomi lebih tinggi dari pasien perempuan.<sup>11</sup>

Usia pasien kritis dengan trakeostomi di ICU terbanyak merupakan berumur 40-60 tahun yaitu 16 pasien (43%) dan paling sedikit adalah pasien kurang dari 20 tahun sejumlah 2 pasien (6%). Umur termuda pasien pada penelitian ini merupakan 18 tahun dan tertua merupakan 73 tahun dengan rata-rata umur pasien secara keseluruhan merupakan 51,7 tahun. Penelitian Habib *et al.* terkait pasien trakeostomi menemukan umur termuda pada penelitiannya merupakan 1 tahun dan tertua 85 tahun dengan rata-rata umur pasien merupakan 54,5 tahun.<sup>12</sup> Penelitian Yanti *et al.* terkait karakteristik pasien trakeostomi turut menjelaskan bahwa 57,7% pasien pada penelitiannya memiliki rentang terbesar yaitu umur 19-60 tahun.<sup>13</sup>

Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait demografi pasien trakeostomi dengan rentang umur 18-81 tahun juga mendapatkan rata-rata umur pasien terbanyak yaitu 58,7 tahun.<sup>14</sup> Pada penelitian sebelumnya pemanfaatan tindakan trakeostomi pada pasien lanjut usia (> 80 tahun) lebih banyak dipertimbangkan sebagai pencegahan resiko morbiditas dan mortalitas yang masih bisa dipertahankan, tindakan trakeostomi pada usia lanjut juga bukan merupakan pilihan utama karena menghindari prosedur yang tidak perlu dilakukan pada pasien yang diperkirakan memiliki masa hidup yang lebih pendek.<sup>15</sup> Pada penelitian sebelumnya juga menemukan perbandingan hasil trakeostomi yang lebih menguntungkan pada usia 50-67 tahun Pada usia yang lebih tua dan BMI yang lebih tinggi dikaitkan dengan hasil yang buruk, atau berisiko mengalami kematian di rumah sakit atau keluar rumah sakit tanpa dekanulasi.<sup>16</sup>

### *Diagnosis Pasien Kritis dengan Trakeostomi di Ruang ICU*

Permasalahan terbanyak pada pasien kritis dengan trakeostomi di ICU RSUP H. Adam Malik adalah permasalahan endokrin yaitu sebanyak 26% dan permasalahan pernapasan 21%. Permasalahan gastrointestinal merupakan permasalahan yang paling jarang, yaitu sebanyak 3%. Pada penelitian sebelumnya terkait karakteristik pasien yang mendapatkan tindakan PDT di RS Busan menemukan data bahwa 59% dari pasien trakeostomi di ICU memiliki permasalahan pernafasan.<sup>17</sup> Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait trakeostomi juga mendapatkan diagnosis pasien terbanyak yang mendapatkan tindakan trakeostomi < 6 hari merupakan pasien dengan masalah pernapasan

dan neurologi, sedangkan pasien dengan trakeostomi hingga lebih dari 14 hari sebagian besar memiliki permasalahan jantung.<sup>18</sup>

Hasil penelitian sebelumnya menjelaskan diagnosis pasien trakeostomi di Rumah Sakit Iraq merupakan pasien *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD) dan kegagalan sirkulasi.<sup>19</sup> Penelitian sebelumnya turut menjelaskan 44,9% permasalahan pasien untuk masuk ICU pada penelitiannya merupakan pneumonia, 24% trauma dan 10,3% merupakan penyakit jantung.<sup>8</sup> Selanjutnya penelitian sebelumnya juga menyimpulkan diagnosis paling umum untuk trakeostomi pada penelitiannya merupakan pnyalit paru obstruktif kronis, penyakit serebrovaskular, serangan jantung, dan keganasan.<sup>9</sup>

Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait tindakan trakeostomi pada geriatri menemukan bahwa diagnosis penyakit terbanyak pada pasien umur 18-60 tahun merupakan gangguan pernapasan, sedangkan pada umur 60-80 tahun merupakan penyakit diabetes melitus.<sup>15</sup> Penelitian sebelumnya menemukan 48,1% pasien dengan trakeostomi dirawat dengan diagnosis primer multipel trauma dan 17,9 % merupakan pasien sepsis.<sup>19</sup> Berdasarkan penelitian yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar diagnosis pasien dengan trakeostomi di ICU merupakan pasien dengan permasalahan pernapasan.<sup>19,20</sup>

#### **Indikasi Trakeostomi Pasien Kritis di Ruang ICU**

Pada penelitian ini didapatkan beberapa indikasi pemasangan trakeostomi pada pasien di ICU RSUP H. Adam Malik. Indikasi trakeostomi terbanyak adalah gagal weaning ventilator sebanyak 23 orang, ventilator jangka panjang 13 orang, dan indikasi yang paling sedikit adalah OSNA yaitu 1 orang. Pada penelitian sebelumnya menjelaskan 80,5 % indikasi trakeostomi pasien pada penelitiannya merupakan intubasi jangka panjang sedangkan sisanya merupakan paralisis diafragma.<sup>10</sup> Pada penelitian sebelumnya didapatkan data indikasi trakeostomi pada penelitiannya berupa 78% sebagai proteksi jalan napas, 21% ventilasi jangka panjang, dan 1% obstruksi saluran napas atas.<sup>22</sup>

Trakeostomi biasanya diindikasikan untuk pasien sakit kritis ICU yang membutuhkan ventilasi

mekanis berkepanjangan, dan memudahkan proses weaning ventilator. Trakeostomi memiliki banyak efek menguntungkan, seperti peningkatan pengembangan paru, berkurangnya rangsangan nosiseptif laring atau trakea, kebutuhan obat sedasi dan obat analgesik yang lebih singkat, kebersihan dan pemberian nutrisi oral yang lebih mudah, serta proses komunikasi yang lebih baik.<sup>19</sup>

Trakeostomi juga diindikasikan pada pasien dengan penurunan tingkat kesadaran disertai trauma atau cedera pada wajah, kepala dan leher yang sulit untuk diintubasi. Selanjutnya trakeostomi juga diperlukan untuk mencegah aspirasi sekret pada kondisi neurologis tertentu, seperti *bulbar palsy*, sindrom *Guillain-Barre* dan penyakit lainnya yang membutuhkan patensi jalan napas.<sup>22</sup> Gradien oksigen alveolar-arteri 175mmHg atau lebih tinggi (tanpa PPOK) dan *glasgow coma score* (GCS) kurang dari 9 pada 48 jam dapat menjadi pertimbangan prediktor objektif ventilasi mekanis berkepanjangan (>14 hari).<sup>23</sup> Pasien stroke dengan GCS di bawah 8 akan mengalami perawatan yang lama dan potensial terjadi komplikasi berupa *stroke-associated pneumonia* (SAP) maupun *ventilator-associated pneumonia* (VAP) bila memakai ventilator. Trakeostomi dini selain memberi kemudahan dalam perawatan, kemudahan melakukan *tracheal/bronchial toilet*, *oral hygiene*, mobilisasi pasien dan mempercepat weaning juga merupakan upaya untuk mencegah terjadinya pneumonia.<sup>24</sup>

Tindakan trakeostomi juga dipertimbangkan pada pasien yang diperkirakan membutuhkan ventilasi mekanis berkepanjangan untuk meminimalkan atau menghindari cedera laring sekunder setra risiko pneumonia ventilator akibat intubasi translaring jangka panjang.<sup>25</sup> Pada beberapa kasus keganasan yang dapat mengakibatkan OSNA, tindakan trakeostomi juga sangat diperlukan sebagai jalan napas buatan untuk mencegah terjadinya asfiksia akibat obstruksi laring dan penyempitan rima glotis. Adapun gejala yang dapat ditemukan pada pasien dengan OSNA yaitu sesak napas, suara serak, stridor, retraksi otot bantu pernapasan, serta gejala umum lainnya seperti gelisah dan cemas akibat hipoksia serta peningkatan denyut nadi (>160 kali/menit).<sup>20</sup>

### **Waktu Pelaksanaan Trakeostomi Pasien Kritis di Ruang ICU**

Waktu pelaksanaan trakeostomi pada penelitian ini dinilai sejak pasien masuk ke ruang ICU hingga dilakukan tindakan trakeostomi. Waktu trakeostomi tersebut dibagi menjadi dua kategori yaitu trakeostomi dini, kurang dari 7 hari dan lanjut yaitu lebih dari 7 hari. Hasil penelitian yang telah dilakukan menjelaskan bahwa trakeostomi pada pasien kritis di ICU RSUP H. Adam Malik paling banyak dilakukan setelah lebih dari 7 hari rawatan ICU yaitu sebanyak 84%. Menurut buku Marino, studi terbaru terkait waktu trakeostomi dengan PDT membandingkan trakeostomi dini (satu minggu setelah intubasi) dengan trakeostomi lanjut (dua minggu setelah intubasi) menunjukkan bahwa trakeostomi dini tidak mengurangi kejadian pneumonia terkait ventilator, dan tidak mengurangi angka kematian. Namun dapat mengurangi kebutuhan obat sedasi dan mendorong mobilisasi dini pada pasien dengan kemungkinan ekstubasi setelah 7 - 10 hari intubasi, maka trakeostomi bukan merupakan pilihan yang tepat.<sup>25</sup>

Penelitian sebelumnya menjelaskan 62,6% pasien dengan trakeostomi di ICU dilakukan trakeostomi < 7 hari rawatan karena memiliki indikasi membutuhkan ventilasi jangka panjang.<sup>26</sup> Penelitian sebelumnya pada beberapa pasien dengan waktu yang berbeda yaitu pasien ditrakeostomi saat masuk ICU, pasien yang di trakeostomi pada 5 hari pertama setelah intubasi serta pasien dengan durasi trakeostomi setelah 30 hari rawatan. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan rata-rata waktu trakeostomi merupakan 12 hari dan menyimpulkan bahwa terdapat korelasi positif yang signifikan antara durasi trakeostomi dengan lama rawatan pasien di ICU ( $p < 0,001$ ).<sup>27</sup> Trakeostomi lebih dini (sebelum hari ke-10) dikaitkan dengan manfaat bertahan hidup yang sederhana, weaning ventilator yang lebih cepat, dan lebih banyak pasien yang perbaikan tanpa ventilator. Adapun penelitian lainnya menjelaskan tidak ada efek perbedaan waktu trakeostomi terhadap risiko kejadian pneumonia ventilator atau kematian.<sup>27</sup>

Adapun penelitian Rumbak *et al.* mendapatkan hasil yang berbeda, yaitu trakeostomi dini yang dilakukan kurang dari 48 jam dapat berhubungan

dengan tingkat mortalitas yang tinggi berupa penggunaan ventilasi mekanik yang singkat dan risiko pneumonia yang lebih rendah.<sup>3</sup> Penelitian sebelumnya dengan uji coba terkontrol secara acak tidak menunjukkan manfaat apapun dari awal (<10 hari intubasi) jika dibandingkan dengan trakeostomi lanjut (>10 hari intubasi). Tidak ada manfaat yang diamati dalam hal mortalitas, pneumonia terkait ventilator, komplikasi laringotrakeal, dan lama perawatan di ICU.<sup>28,29</sup>

Trakeostomi yang dilakukan sebelum hari ke-10 diklaim berhubungan dengan biaya rawat inap yang lebih rendah dan durasi ventilasi mekanik yang lebih pendek dan, tindakan trakeostomi yang dilakukan dalam waktu 48 jam setelah intubasi trakea, dikaitkan dengan berkurangnya lama rawatan di ICU, penurunan hari penggunaan ventilator, mortalitas yang lebih rendah, pengurangan kebutuhan sedasi, dan peningkatan mobilitas pasien.<sup>25</sup>

### **Penggunaan Alat Bantu Pemasangan PDT**

Pemasangan trakeostomi pada pasien kritis di ICU RSUP H. Adam Malik sebagian besar dilakukan tanpa menggunakan alat bantu bronkoskopi. *Fiber-optic bronchoscopy* (FOB) adalah alat diagnostik dan terapeutik yang penting dalam pengelolaan pasien dengan gangguan pernapasan di mana pemeriksaan dapat dilakukan pada sampel yang diperoleh dari saluran napas yang lebih rendah.<sup>30</sup>

Manfaat bronkoskopi dalam pemasangan PDT yaitu sebagai alat konfirmasi penempatan jarum, trakeostomi dilatasi dan penempatan tabung.<sup>31</sup> Bronkoskopi fleksibel dapat memberikan panduan visual *real time* dari dalam lumen trakea dan mengurangi risiko tusukan paratrakeal, cedera pada dinding trakea posterior, serta menegaskan posisi yang tepat dari tabung trakeostomi di atas karina.<sup>32</sup> Panduan bronkoskopi juga dapat menjadi alat bantu deteksi dini komplikasi pasien, serta penting digunakan untuk pasien yang memiliki anatomi yang sulit, ekstensi leher yang terbatas, atau obesitas. Namun demikian, transluminasi bronkoskopi pada tempat tusukan dapat membantu menghindari struktur vaskular utama, seperti isthmus tiroid dan vena jugularis anterior walaupun tidak dapat sepenuhnya

menghindari cedera pada saluran udara.<sup>33</sup> Pada penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa *fibre optic bronchoscopy-guided percutaneous dilatational tracheostomy* (FOB-PDT) memiliki durasi prosedur yang pendek, karena memudahkan operator untuk menemukan daerah trakeostomi secara akurat dengan transluminasi cahaya bronkoskopi serat optik di dalam trakea untuk menemukan lokasi sayatan trakea yang tepat, terutama pada pasien dengan leher pendek dan lebar.<sup>34</sup> Penelitian yang dilakukan sebelumnya juga menjelaskan bahwa FOB membantu keberhasilan tindakan pada tusukan pertama kali dibandingkan dengan PDT tanpa FOB karena operator tidak perlu menyesuaikan jarum tusukan berkali-kali untuk menemukan posisi yang benar. Selanjutnya, aspirasi sekret bronkus pada bantuan FOB dapat dilakukan berkali-kali serta pemantauan ujung jarum tusukan, kawat pemandu, dan dilator yang melebar akan lebih jelas terlihat selama prosedur sehingga lebih mempersingkat waktu operator dalam melakukan tindakan trakeostomi.<sup>34</sup>

Penelitian sebelumnya yang membandingkan perbedaan trakeostomi dengan bronkoskopi dan tanpa bronkoskopi menemukan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dalam semua jenis komplikasi terlepas dari penggunaan bronkoskopi. Penambahan bronkoskopi memberikan beberapa manfaat teoritis saat melakukan trakeostomi perkutan saja sehingga penggunaan bronkoskopi harus diserahkan kepada kebijaksanaan dokter yang melakukan.<sup>35</sup>

Penelitian yang dilakukan sebelumnya pada kelompok yang dibantu bronkoskopi (28,2%) dan pada kelompok tanpa bronkoskopi (71,8%), hasilnya tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap demografis kedua variabel. Adapun tingkat komplikasi secara keseluruhan lebih tinggi pada kohort yang dibantu bronkoskopi (11,9%) dibandingkan dengan kohort tanpa bronkoskopi (1,9%).<sup>36</sup> Penelitian sebelumnya juga menemukan bahwa 52 PDT yang dilakukan dengan panduan bronkoskopi memiliki tingkat komplikasi total 11,5%, sedangkan pada 172 PDT yang dilakukan tanpa panduan bronkoskopi, tingkat komplikasi total adalah 4,01%.<sup>6</sup>

Komplikasi yang ditemukan pada pemasangan PDT dengan bronkoskopi yaitu desaturasi

sementara yang membaik ketika fibrobronkoskopi ditarik dari tabung orotrakeal dan melanjutkan ventilasi mekanik, tekanan darah rendah yang berhubungan dengan penggunaan sedasi, namun tidak menyebabkan risiko kematian.<sup>36</sup> Penggunaan bronkoskopi pada PDT juga dikaitkan dengan asidosis respiratorik akibat peningkatan hiperkarbia sekunder akibat oklusi parsial lumen ETT oleh bronkoskopi.<sup>31,37</sup>

Parmar dan Santhana Krishnan dalam buku *Bedside Procedure in the ICU* juga menjelaskan bahwa bronkoskopi merupakan prosedur yang sangat aman dan jarang terjadi komplikasi. Adapun hal yang dapat terjadi yaitu pada beberapa pasien yang sebelumnya tidak mendapat ventilasi bisa saja memerlukan intubasi dan ventilasi singkat setelah prosedur, adanya masalah lokal, seperti disfungsi pita suara yang bersifat sementara dan tidak memerlukan penanganan khusus, perkembangan aritmia yang bersifat sementara namun dapat memerlukan pengobatan antiaritmia jangka pendek, demam yang berhubungan dengan pasca tindakan bronkoskopi namun jarang ditemukan dan dapat diobati dengan antimikroba, perdarahan pasca tindakan yang seringkali dapat ditangani dengan aplikasi topikal 5 mL adrenalin 1:10000 dan atau dingin.<sup>30</sup>

Trakeostomi dengan bantuan bronkoskopi juga dibutuhkan oleh beberapa pasien yang sulit untuk menemukan situs trakeostomi secara akurat berdasarkan penanda anatomi. Pada beberapa prosedur, ahli bedah tidak dapat memantau posisi jarum tusukan, kawat pemandu atau forsep secara langsung sehingga memerlukan bantuan. Bantuan sumber cahaya atau transluminasi FOB dari dalam trakea dapat mempermudah operator menemukan lokasi trakeostomi secara akurat. Bronkoskopi juga dapat membersihkan sekresi saluran napas dan memiliki kamera sehingga operator dapat memantau prosedur trakeostomi dilatasi perkutan dengan mudah.<sup>34</sup>

### **Komplikasi Trakeostomi di Ruang ICU**

Komplikasi trakeostomi pada penelitian ini, dibagi menjadi komplikasi berat dan ringan. Komplikasi yang terjadi pada pasien trakeostomi di ICU RSUP H. Adam Malik merupakan perdarahan, ringan, emfisema subkutis serta infeksi terlokalisir yang

merupakan golongan komplikasi ringan. Adapun komplikasi berat yang terjadi merupakan cedera trakea pada 1 orang pasien.<sup>38</sup>

Komplikasi trakeostomi berdasarkan keparahannya dapat dibagi menjadi ringan dan berat. Komplikasi ringan yang dapat terjadi merupakan kebocoran manset, perdarahan ringan, barotrauma ringan (emfisema subkutis), dan infeksi stoma ringan. Adapun komplikasi beratnya terdiri dari obstruksi tabung, infeksi stoma parah, perdarahan besar, barotrauma besar, cedera dinding trakea posterior, penempatan ekstra trakeal, cedera saraf arteri vena, cedera esofagus/fistula, stenosis trakea serta cedera kelenjar tiroid.<sup>38</sup>

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 9 pasien di mana sebagian pasien tersebut didiagnosis *chronic kidney disease* (CKD) dalam terapi hemodialisa dan sebagian besar menggunakan heparin selama hemodialisa. Perdarahan tersebut didapatkan setelah dilakukan tindakan PDT. Pemeriksaan laboratorium seperti *international normalized ratio* (INR) pra-prosedur, jumlah trombosit, dan penggunaan obat selama perawatan untuk memastikan penggunaan antiplatelet atau antikoagulan. Peningkatan INR, trombositopenia, pasien dengan diagnosis CKD selama hemodialisa menggunakan heparin, stroke dengan penggunaan terapi anti koagulan anti platelet, serta pasien lainnya yang mengonsumsi obat anti platelet atau anti koagulan memiliki risiko mengalami perdarahan.

Komplikasi perdarahan pada umumnya sering ditemui selama tindakan seperti pembuluh vena di leher bagian anterior berukuran kecil yang robek saat pelebaran dan biasanya berhubungan dengan pembuluh darah di sekitar daerah trakeostomi khususnya pembuluh tiroid atau kelenjarnya, tekanan kuat pada daerah perdarahan serta penggunaan tabung trakeostomi dapat menekan pembuluh darah yang cedera untuk menghentikan pendarahan.<sup>39,40</sup>

Hal yang dapat dilakukan sebagai upaya mencegah terjadinya perdarahan yaitu, melakukan trakeostomi pada atau di atas cincin trakea ketiga, menggunakan tabung dengan panjang yang memadai dan penggunaan ultrasonografi untuk mengidentifikasi pembuluh

darah utama, apabila saat pemasangan selang terdapat pulsasi, perlu dilakukan perubahan posisi selang atau pemasangan selang yang lebih pendek.<sup>38</sup>

Hasil penelitian ini didapatkan 1 orang pasien mengalami komplikasi cedera dinding posterior dan komplikasi tersebut ditemukan pada pasien yang dilakukan PDT dengan bronkoskopi. Cedera pada dinding trakea posterior dapat terjadi selama PDT dan disebabkan oleh kontrol yang buruk dari *guidewire* dan kateter pemandu. Sebagian besar robekan dinding trakea posterior berukuran kecil dan tidak memerlukan intervensi lebih lanjut. Namun, robekan yang lebih besar dapat mengancam jiwa dan mungkin memerlukan intervensi bedah darurat. Robekan yang lebih besar juga dapat terjadi dengan risiko perdarahan saluran napas atau kebocoran udara ke mediastinum dan emfisema bedah. Cedera dinding posterior juga disebabkan oleh tingkat keahlian dari operator dan kecepatan dalam melakukan PDT di karenakan pasien dapat mengalami hipoksia dalam penggunaan alat bronkoskopi selama tindakan PDT.<sup>41</sup>

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan 3 orang pasien mengalami komplikasi emfisema subkutan. Emfisema subkutan dapat disebabkan oleh kurangnya keahlian dari operator dalam melakukan insersi jarum dan dalam memasukkan *guidewire* sehingga menyebabkan robekan dari dinding trakea dan juga diperberat adanya ventilasi tekanan positif selama melakukan PDT. Emfisema subkutan dan pneumotoraks juga dapat disebabkan oleh ventilasi tekanan positif. Risiko ventilasi tekanan positif lainnya juga dapat terjadi akibat udara ekspirasi yang keluar dari trakea menyebar melalui jaringan subkutan ke dalam leher atau melalui fascia pretrakeal ke dalam mediastinum sehingga terjadi pneumomediastinum, apabila udara meluas ke rongga pleura akan menyebabkan perkembangan pneumotoraks.<sup>40,41</sup>

Temuan lain dalam penelitian ini yaitu terdapat 3 orang pasien mengalami infeksi terlokalisir. Komplikasi tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor predisposisi meliputi stoma yang besar, bahan kimia seperti antiseptik yang digunakan untuk pembersih yang kurang adekuat, atau iskemia akibat tekanan manset, kurangnya higienitas dari operator tersebut. Risiko infeksi

dapat dikurangi dengan menghindari sayatan leher yang besar, penggantian balutan secara teratur, dan penilaian pada putaran bangsal trakeostomi khusus. Antibiotik profilaksis biasanya tidak direkomendasikan sebelum prosedur, infeksi stoma minor pada umumnya hanya membutuhkan perawatan luka yang tepat, tetapi kasus yang jarang dan parah seperti infeksi trakea nekrosis memerlukan intubasi trakea oral diikuti dengan debridemen jaringan yang terlibat.<sup>39,41</sup>

## SIMPULAN

Komplikasi yang terjadi pada pasien trakeostomi dengan teknik PDT diantaranya komplikasi ringan yang meliputi perdarahan ringan, emfisema subkutis dan infeksi terlokalisir, serta komplikasi berat yang meliputi cedera pada trakea.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara yang sudah memberikan izin dalam penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak RSUP H. Adam Malik Medan yang sudah memberikan tempat, sarana, dan prasarana selama penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada pihak-pihak yang membantu selama penelitian berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Singh G, Kurniawati L, Pitoyo CW, Mansjoer A, Rumende CM. Hubungan Waktu Trakeostomi dengan Ventilasi Mekanik Pascatrakeostomi di Unit Perawatan Intensif Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo. *Ina J Chest Crit and Emerg Me.* 2014;1(4):150-3.
- Vargas M, Sutherasan Y, Antonelli M, Brunetti I, Corcione A, Laffey JG, et al. Tracheostomy procedures in the intensive care unit: an international survey. *Crit Care.* 2015 Dec;19(1):291. doi: 10.1186/s13054-015-1013-7.
- Rumbak MJ, Newton M, Truncala T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med.* 2004; 32(8):1689-94. doi: 10.1097/01.CCM.0000134835.05161.b6.
- Liu J, Zhang S, Chen J, Mao Y, Shao X, Li Y, et al. Risk factors for ventilator-associated events: A prospective cohort study. *Am J Infect Control.* 2019 Jul;47(7):744-9. doi: 10.1016/j.ajic.2018.09.032.
- Hoseini F, Zarankesh SM, Alijanpour E, Gerdodbari MG. Tracheostomy: complications and causes of complications. *Asian J. Pharma.* 2018 Aug 1;12:647-54. doi: 10.22377/ajp.v12i02.2410.
- Hameed AA, Mohamed H, Al-Ansari M. Experience with 224 percutaneous dilational tracheostomies at an adult intensive care unit in Bahrain: A descriptive study. *Annals of Thoracic Medicine.* 2008 Jan;3(1):18. doi.org/10.4103/1817-1737.37949.
- Vargas M, Sutherasan Y, Antonelli M, Brunetti I, Corcione A, Laffey JG, et al. Tracheostomy procedures in the intensive care unit: an international survey. *Critical Care.* 2015 Dec;19(1):1-0. doi:10.1186/s13054-015-1013-7.
- Şahiner İT, Şahiner Y. Bedside Percutaneous Dilational Tracheostomy by Griggs Technique: A Single-Center Experience. *Med Sci Monit.* 2017 Sep 30;23:4684-4688. doi: 10.12659/msm.907006.
- Arpaslan Koc. Percutaneous Dilational Tracheostomy with Bronchoscopic Guidance in Intensive Care Unit. *JARSS.* 2022;30(4):245-249 doi: 10.54875/jarss.2022.49344.
- El-Anwar MW, Nofal AA, Shawadfy MA, Maaty A, Khazbak AO. Tracheostomy in the Intensive Care Unit: a University Hospital in a Developing Country Study. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2017 Jan;21(1):33-37. doi: 10.1055/s-0036-1584227.
- Anindito E, Yusuf M, Ahadiyah TH. Correlation between age, the clinical status of patients, operator characteristics, and surgical landmarks with the incidence of tracheotomy

- complications. *Bali Med J.* 2023;12(1):954-8. doi:10.15562/bmj.v12i1.4235.
12. Habib K, Saragih AR, Adenin LI. Characteristics of Patients Undergoing Tracheostomy. *Int J Sci Study.* 2018; 6(4):50-2. doi: 10.17354/ijss/2018/205.
  13. Yanti LA, Ghanie, Zuleika P, Adeliem. Uji Reliabilitas Voice Handicap Index-30 Adaptasi Bahasa Indonesia di RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang. *SJM.* 2019;2(1):33-8. doi: 10.32539/sjm.v2i1.32.
  14. Buehner U, Oram J, Elliot S, Mallick A, Bodenham A. Bonfils semirigid endoscope for guidance during percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia.* 2006 Jul;61(7):665-70. doi: 10.1111/j.1365-2044.2006.04651.x.
  15. Carlson KA, Dhillon NK, Patel KA, Huang R, Ng P, Margulies DR, et al. Utilization of tracheostomy among geriatric trauma patients and association with mortality. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020 Dec;46(6):1375-83. doi: 10.1007/s00068-019-01199-x.
  16. Cabrio D, Vesin T, Lupieri E, Messet H, Sandu K, Piquilloud L. Early prediction of hospital outcomes in patients tracheostomized for complex mechanical ventilation weaning. *Ann Intensive Care.* 2022 Aug 8;12(1):73. doi: 10.1186/s13613-022-01047-z.
  17. Kim JE, Lee DH. The feasibility and safety of percutaneous dilatational tracheostomy without endotracheal guidance in the intensive care unit. *Acute Crit Care.* 2022 Feb;37(1):101-7. doi: 10.4266/acc.2021.00906.
  18. Tanaka A, Uchiyama A, Kitamura T, Sakaguchi R, Komukai S, Matsuyama T, et al. Association between early tracheostomy and patient outcomes in critically ill patients on mechanical ventilation: a multicenter cohort study. *J Intensive Care.* 2022 Apr 11;10(1):19. doi: 10.1186/s40560-022-00610-x.
  19. Khammas AH, Dawood MR. Timing of Tracheostomy in Intensive Care Unit Patients. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2018 Oct;22(4):437-42. doi: 10.1055/s-0038-1654710.
  20. Tan CC, Lee HS, Balan S. Percutaneous dilational tracheostomy--a 3 year experience in a general hospital in Malaysia. *Med J Malaysia.* 2004 Dec;59(5):591-7.
  21. Levy L, Smiley A, Latifi R. Mortality Risk Factors in Patients Admitted with the Primary Diagnosis of Tracheostomy Complications: An Analysis of 8026 Patients. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jul 25;19(15):9031. doi: 10.3390/ijerph19159031.
  22. Acharya D, Nanjangud P. Percutaneous dilatational tracheostomy. *Indian J Respir Care.* 2014 Jul 1;3(2):488. doi:10.5005/ijrc-3-2-488
  23. Groves DS, Durbin CG Jr. Tracheostomy in the critically ill: indications, timing and techniques. *Curr Opin Crit Care.* 2007 Feb;13(1):90-7. doi: 10.1097/MCC.0b013e328011721e.
  24. Suryajaya IW, Surya Airlangga P, Rahardjo E. Percutaneous dilatational tracheostomy (PDT) dini sebagai upaya untuk mencegah pneumonia dan mempermudah perawatan pasien stroke di Intensive Care Unit (ICU). *JAI.* 2021 Mar;13(1):31-41. doi:10.14710/jai.v13i1.23456.
  25. Mallick A, Bodenham AR. Tracheostomy in critically ill patients. *Eur J Anaesthesiol.* 2010 Aug;27(8):676-82. doi: 10.1097/EJA.0b013e32833b1ba0.
  26. Tan CC, Lee HS, Balan S. Percutaneous dilational tracheostomy--a 3 year experience in a general hospital in Malaysia. *Med J Malaysia.* 2004 Dec;59(5):591-7
  27. Batuwitige B, Webber S, Glossop A. Percutaneous tracheostomy. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain.* 2014 Dec 1;14(6):268-72. doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkt068
  28. Mehta C, Mehta Y. Percutaneous tracheostomy. *Ann Card Anaesth.* 2017 Jan;20(Supplement):S19-S25. doi: 10.4103/0971-9784.197793.
  29. Bickenbach J, Fries M, Offermanns V, Von Stillfried R, Rossaint R, Marx G, et al. Impact of early vs. late tracheostomy on weaning: a retrospective analysis. *Minerva Anesthesiol.* 2011 Dec;77(12):1176-83.
  30. Falter F. Springerlink (Online Service. *Bedside Procedures in the ICU.* London: Springer London; 2012:29-34.
  31. Al-Ansari MA, Hijazi MH. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care.* 2006 Feb;10(1):202. doi: 10.1186/cc3900.

32. Ghattas C, Alsunaid S, Pickering EM, Holden VK. State of the art: percutaneous tracheostomy in the intensive care unit. *J Thorac Dis.* 2021 Aug;13(8):5261-5276. doi: 10.21037/jtd-19-4121.
33. Hashimoto DA, Axtell AL, Auchincloss HG. Percutaneous Tracheostomy. *N Engl J Med.* 2020 Nov 12;383(20):e112. doi: 10.1056/NEJMc2014884.
34. Shen G, Yin H, Cao Y, Zhang M, Wu J, Jiang X, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy versus fibre optic bronchoscopy-guided percutaneous dilatational tracheostomy in critically ill patients: a randomised controlled trial. *Ir J Med Sci.* 2019 May;188(2):675-81. doi: 10.1007/s11845-018-1881-3.
35. Easterday TS, Moore JF, Redden MH, Feliciano DV, Henderson V, Humphries T, et al. Percutaneous Tracheostomy under Bronchoscopic Visualization Does Not Affect Short-Term or Long-Term Complications. *The American Surgeon.* 2017 Jul 1;83(7):696-8. doi:10.1177/000313481708300723
36. Gadkaree SK, Schwartz D, Gerold K, Kim Y. Use of Bronchoscopy in Percutaneous Dilational Tracheostomy. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016 Feb;142(2):143-9. doi: 10.1001/jamaoto.2015.3123.
37. Reilly PM, Anderson HL 3rd, Sing RF, Schwab CW, Bartlett RH. Occult hypercarbia. An unrecognized phenomenon during percutaneous endoscopic tracheostomy. *Chest.* 1995 Jun;107(6):1760-3. doi: 10.1378/chest.107.6.1760.
38. El Solh AA, Jaafar W. A comparative study of the complications of surgical tracheostomy in morbidly obese critically ill patients. *Crit Care.* 2007;11(1):R3. doi: 10.1186/cc5147.
39. Martynonga R and Danbury C. Percutaneous dilatational tracheostomy. Bedside procedures in the ICU. New York: Springer; 2012. P. 37-47.
40. Lee M, Wilson H. Complications of Tracheostomy. *Shanghai Chest.* 2021 Oct;5(42):1-12. doi:10.21037/shc-21-21
41. Botti C, Lusetti F, Peroni S, Neri T, Castellucci A, Salsi P, Ghidini A. The Role of Tracheotomy and Timing of Weaning and Decannulation in Patients Affected by Severe COVID-19. *Ear Nose Throat J.* 2021 Apr;100(2\_suppl):116S-119S. doi: 10.1177/0145561320965196.