


| | | |
|--|--|---|
| e-ISSN: 2345-0592 Online issue Indexed in <i>Index Copernicus</i> | Medical Sciences Official website: www.medicisciences.com |  |
|--|--|---|

The role of tracheostomy in Covid-19 pandemic. Percutaneous and surgical tracheostomy comparison

Dovydas Melamed¹, Edvardas Jukna²

¹*Vilnius City Clinical Hospital*

²*Joniškis Hospital*

Abstract

Introduction. Usually, cases of acute respiratory failure due to COVID-19 require prolonged ventilation, an increase of reintubation cases, physicians often choose to use a tracheostomy for prolonged mechanical ventilation of a severely ill patients. This method reduces airway resistance and also improves control of airway secretion. Percutaneous and surgical tracheostomies can reduce complications that occur with a long duration of endotracheal intubation, causing laryngeal paralysis, stenosis, infections.

Aim. The aim of this article is to review the role of tracheostomy in a COVID-19 pandemic and to compare the advantages and disadvantages of percutaneous and surgical tracheostomies.

Method. This article examines 30 sources compiled from the PubMed database.

Overview. The most common reason to use a tracheostomy is prolonged mechanical ventilation of the patient. 14 to 21 days after intubation is the most commonly considered period for performing a tracheostomy. There are currently no general guidelines when it is appropriate to perform a tracheostomy, and most European countries follow the 14-day rule. The University of Pennsylvania conducted a study in several hospitals involving 53 patients with COVID-19. Intubation of the deceased before tracheostomy lasted an average of 22.7 days, and the median time from tracheostomy and death was 15.7 days. This study revealed the appropriateness of performing an early tracheostomy within a 21-day intubation period. Nowadays, percutaneous tracheostomy is the most commonly chosen procedure. However, certain patient-related factors such as goiter, obesity, subcutaneous emphysema, specific neck anatomy force doctors to choose surgical tracheostomy technique. Studies at the Tertiary Center in Reggio Emilia, Italy, and at the Adult Critical Care Network in South London have shown that there are no significant differences between percutaneous and surgical tracheostomy use.

Conclusions. Tracheostomy is often an unavoidable method to use in long-ventilated patients. Nowadays, percutaneous tracheostomy, as a newer and more advanced technique, is usually the method of first choice, but often the patient's condition and anatomical features force the use of a more open, surgical tracheostomy. The results showed that the frequencies of the various complications were approximately the same, so there are no significant difference which method could be better to apply.

Keywords: tracheostomy, Covid-19, pandemic.

Tracheostomijos vaidmuo COVID-19 pandemijos metu. Perkutaninės ir chirurginės tracheostomijos palyginimas: apžvalga.

Dovydas Melamed¹, Edvardas Jukna²

¹Vilniaus miesto klinikinė ligoninė

²Joniškio ligoninė

Sątrauka

Ivadas. Dažnai su COVID-19 sukeltu ūminiu kvėpavimo nepakankamumu susiję atvejai reikalauja ilgalaikės ventilacijos, padaugėja reintubacijos atvejų, todėl ilgą laiką mechaniškai ventiliuojat sunkiai sergantį pacientą, gydytojai dažnai nusprendžia taikyti tracheostomiją. Naudojant šį metodą sumažinamas kvėpavimo takų pasipriešinimas, taip pat pagerėja kvėpavimo takų sekrecijos kontrolė. Perkutaninė ir chirurginė tracheostomos gali sumažinti komplikacijas (gerklų paralyžių, stenozę, infekcijas), kurios atsiranda ilgėjant ventilacijos per endotrachėjinį vamzdelį trukmei.

Tikslas. Šio straipsnio tikslas apžvelgti tracheostomijos reikšmę COVID-19 pandemijos metu ir palyginti perkutaninės ir chirurginės tracheostomijų pranašumus bei trūkumus.

Metodika. Šiame straipsnyje nagrinėta 30 šaltinių, surinktų iš PubMed duomenų bazės.

Apžvalga. Dažniausia priežastis naudoti tracheostomą yra ilga paciento mechaninė ventilacija. Nuo 14 iki 21 dienos po intubacijos yra dažniausiai svarstytinas laikotarpis dėl tracheostomijos atlikimo. Šiuo metu nėra bendrų gairių dėl termino, kada tikslinga atlikti tracheostomiją. Dauguma Europos šalių vadovaujasi 14 dienų taisykle. Pensilvanijos universitetas keliose ligoninėse atliko tyrimą, kuriame dalyvavo 53 COVID-19 liga sergantys pacientai. Pacientų iki mirties mechaninė ventilacija per endotrachėjinį vamzdelį prieš tracheostomiją truko vidutiniškai 22,7 dienos, o vidutinis laikotarpis nuo tracheostomijos atlikimo ir mirties truko 15,7 dienos. Šiame tyrime atskleista ankstyvos tracheostomijos atlikimo tikslingumas, neperžengiant 21 dienos intubacijos laikotarpio. Šiais laikais, kaip pirmo pasirinkimo procedūra, dažniausiai pasirenkama perkutaninė tracheostomija. Tačiau tam tikri su pacientais susiję faktoriai kaip struma, nutukimas, poodinė emfizema, specifiška kaklo anatomija, priverčia gydytojus rinktis chirurginės tracheostomijos techniką. Reggio Emilia (Italija) miesto tretinio lygio centre ir Pietų Londono suaugusiųjų kritinės priežiūros tinklo ligoninėse tyrimų metu įrodyta, jog reikšmingų skirtumų tarp perkutaninės ir chirurginės tracheostomijų naudojimo nėra.

Išvados. Tracheostomija yra dažnai neišvengiamas metodas, kurį reikia taikyti ilgai ventiliuojamiems pacientams. Šiais laikais perkutaninė tracheostomija kaip naujesnė ir progresyvesnė technika dažnai yra pirmo pasirinkimo metodas, tačiau neretai paciento būklė ir anominės savybės priverčia pasitelkti ir labiau atvirą- chirurginę tracheostomiją. Rezultatai parodė, jog reikšmingo skirtumo, kuri metodą galima taikyti, nerasta, įvairių komplikacijų dažniai maždaug vienodi.

Raktažodžiai: trachėjostomija, Covid-19, pandemija.

Ivadas

Pacientai, sergantys ūminiu kvėpavimo nepakankamumu, COVID-19 pandemijos akivaizdoje sukūrė visą pasaulį. Nepaisant tarptautinių pastangų suvaldyti šį virusą, pasauliui tenka nelengva užduotis gydyti sunkiai sergančius pacientus [1]. Kai kuriais duomenimis, 5% COVID-19 virusu užsikrėtusių pacientų išsivysto ūminis kvėpavimo nepakankamumas, kuris reikalauja gydymo intensyvios terapijos skyriuje [2,3]. Mirtingumas, kurį sukelia ūminis kvėpavimo nepakankamumas arba kitos su kvėpavimo takais susijusios komplikacijos, tarp visų COVID-19 sergančių pacientų siekia 3,4% [4,5]. Viename atliktame tyrime, kuriame dalyvavo 1099 COVID-19 užsikrėtę pacientai, iš kurių 2,3% turėjo mechaninės ventilacijos poreikį [6], daliai jų teko suformuoti tracheostomą. Pasaulyje šiuo metu nėra tikslių duomenų apie sunkiai sergančius COVID-19 pacientus, ilga mechaninės ventilacijos trukmė priverčia susimąstyti apie bendrų rekomendacijų dėl tracheostomijos atlikimo COVID-19 pacientams suformavimą [7,8]. Dažnai su COVID-19 sukeltu ūminiu kvėpavimo nepakankamumu susiję atvejai reikalauja ilgalaikės ventilacijos, padaugėja reintubacijos atvejų, todėl ilgą laiką mechaniškai ventiliuojat sunkiai sergantį pacientą gydytojai dažnai nusprendžia taikyti tracheostomiją [9]. Naudojant šį metodą, sumažinamas kvėpavimo takų pasipriešinimas, taip pat pagerėja kvėpavimo takų sekrecijos kontrolė [10]. Perkutaninė ir chirurginė tracheostomos gali sumažinti dažnį komplikacijų (gerklų paralyžiaus, stenozės, infekcijų), kurios atsiranda ilgėjant ventilacijos per endotrachėjinį vamzdelį trukmei. Istoriskai dokumentuojant nuo senovės Egipto, chirurginė tracheostoma plačiai naudojama šiuolaikinėje istorijoje nuo XX amžiaus

pradžios. 1955 metais Sheldon ir kiti sukūrė perkutaninės tracheostomos techniką, kurios buvo atsisakyta dėl rimtų komplikacijų: miego arterijos ir stemplės pažeidimų [11]. Ši technika buvo modifikuota derinant su ultragarsu ir bronchoskopija XX amžiaus devintajame dešimtmetyje. Dėl šio patobulinimo perkutaninė tracheostoma tapo plačiai naudojama visame pasaulyje [12,13].

Tracheostomos naudojimo indikacijos/gairės pacientams sergantiems COVID-19 liga

Dažniausia priežastis naudoti tracheostomą yra ilga paciento mechaninė ventilacija. Nuo 14 iki 21 dienos po intubacijos yra dažniausiai svarstytinas laikotarpis dėl tracheostomijos atlikimo [15]. Iš esmės nuspręsti, kada reikia taikyti tracheostomiją, reikia iš anksto. Amerikos Otolaringologijos, Galvos ir Kaklo chirurgijos akademija (American Academy of Otolaryngology-Head and Neck surgery) rekomenduoja neatlikti tracheostomijos iki 14 dienų nuo intubacijos taikymo pacientui [14]. Esant poreikiui koreguoti paciento ventilacijos intensyvumą, dėl tracheostomos sprendžiama individualiai [15]. Nuspręsti dėl tracheostomos naudojimo sunkiai sergančiam pacientui gali daugiadisciplininė komanda, sudaryta iš chirurgo anesteziologo-reanimatologo ir/arba pulmonologo [16]. Šiuo metu nėra bendrų gairių dėl termino, kada tikslinga atlikti tracheostomiją, dauguma Europos šalių vadovaujasi 14 dienų taisykle. Iš esmės nėra rekomenduojama taikyti tracheostomiją aktyviai sergantiems pacientams dėl patogeninių aerozolių rizikos aktyviai su pacientais dirbančiam medicininiam personalui. Tai turėtų būti svarstytina tik tuo atveju jei endotrachėjinė intubacija nebeefektyvi [17,18].

Lentelė 1. Tracheostomijos atlikimo kriterijai COVID-19 sergantiems pacientams [16].

| |
|--|
| Tracheostomos taikymas pacientams 14-tą ar vėlesnę endotrachėjinės intubacijos dieną, kai mechaninės ventiliacijos poreikis yra ilgalaikis. |
| Kiekvieną atvejį individualiai turi apvarstyti bent du intensyvios terapijos specialistai. |
| Operacijos technika ir vieta turi būti suderinta intensyvios terapijos ir chirurgų komandų. |
| Siekiant atlikti procedūrą saugiai, turi būti atitinkami paciento ventiliacijos reikalavimai: siūlomi $FiO_2 \leq 50\%$, $PEEP \leq 10$. |
| Pacientams, kurių išgyvenamumo prognozė yra neaiški ir kurie yra vyresni nei 70 metų ir/arba turi dauginį organų nepakankamumą, sprendimas dėl tracheostomijos taikymo turėtų būti atidėtas. |
| Jei yra kontraindikacijų dėl intervencijos taikymo (pvz., koaguliopatija), sprendimas turėtų būti atidėtas ilgesniam nei 14 dienų laikotarpiui. |
| Aktyviai testuoti COVID-19 pacientus dėl viruso aktyvumo. |

Bendros tracheostomijos išeitys COVID-19 pandemijos metu

Pensilvanijos universitetas keliose ligoninėse atliko tyrimą, kuriame dalyvavo 53 COVID-19 liga sergantys pacientai. 16 pacientų (30,2%) liko gyvi ir sėkmingai išrašyti iš ligoninės. Vidutinė jų ventiliacijos trukmė prieš tracheostomiją buvo 17,4 dienos, o vidutinė hospitalizacijos trukmė 37,2 dienos. Dviems pacientams stebėtos smulkios komplikacijos: celiulitas ir kraujavimas. 6 pacientai (11,3%) mirė po tracheostomijos. Mirusiųjų ventiliacija prieš tracheostomiją truko vidutiniškai 22,7 dienos, o vidutinis laikotarpis nuo tracheostomijos atlikimo ir mirties truko 15,7 dienos. Šiame tyrime atskleista ankstyvos tracheostomijos atlikimo tikslingumas, neperžengiant 21 dienos mechaninės ventiliacijos laikotarpio [20].

2020 metais Kinijoje Hubei mieste iš 23 ligoninių 80 COVID-19 sergančių pacientų, kurių amžiaus vidurkis 63,9 metų, buvo įtraukti į tyrimą. 30 pacientų (37,5%) taikytos ankstyvosios tracheostomijos per 14 dienų. Pacientams, kuriems buvo atlikta ankstyva

tracheostomija turėjo prastesnius įvertinimus pagal SOFA ir APACHE skales nei tie pacientai, kuriems taikyta tracheostomija po 21 mechaninės ventiliacijos per endotrachėjinį vamzdelį dienos (SOFA 5 prieš 6, $p = 0,014$ ir APACHE II balai 11 prieš 15 $p = 0,034$). Dažniausia tracheostomijos komplikacija buvo kraujavimas, pasireiškęs 14 (17,5%) pacientų. Kitos stebėtos komplikacijos buvo: poodinė emfizema (2,5%), tracheostomos infekcija (1,2%) ir tarpuplaučio emfizema (1,2%). Iš 80 tiriamų pacientų per 60 dienų mirė 43 (53,8%) pacientai. Didesnis mirštamumas buvo stebėtas tarp pacientų, kuriems taikyta ankstyva tracheostomija (22 prieš 21). Praėjus 60 dienų 31 (38,8%) pacientas buvo sėkmingai atjungtas nuo ventiliavimo sistemos, o 17 (21,2%) pacientų buvo išrašyti iš intensyvios terapijos skyriaus. Šis tyrimas parodė, jog taikant ankstyvą tracheostomiją didėja pacientų mirtingumas, tačiau vis dar trūksta duomenų pagrįsti šiuos teiginius pasauliniu mastu [21].

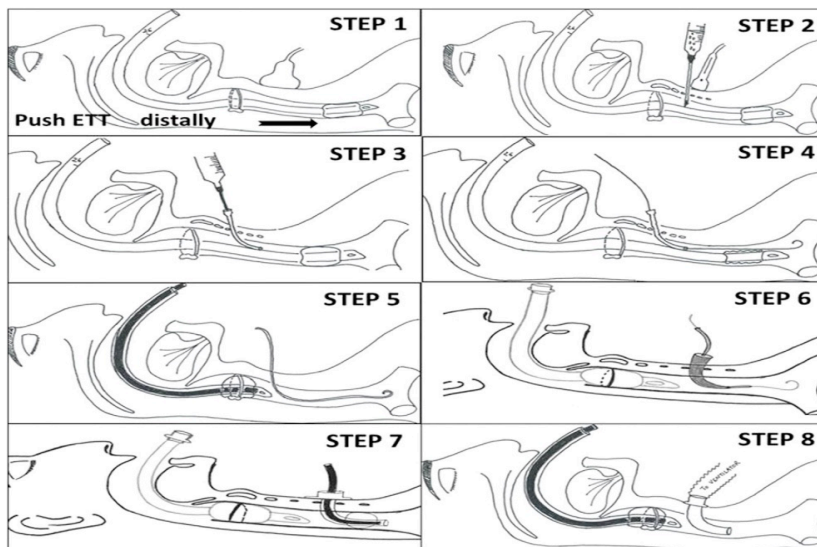
Perkutaninė tracheostomija

Tai uždaras tracheostomijos atlikimo metodas. Tracheostomijos atlikimo orientyras yra du pirštai virš

krūtinkaulio. Nuskausminus odą, toje pačioje vietoje padaroma incizija, pirštais preparuojami paviršiniai audiniai ir palpuojama trachėjos vieta. Tuo tarpu paciento trachėjoje įvestas endotrachėjinis vamzdelis, kuris leidžia tiksliai užčiuopti trachėjos lokalizaciją. Lokalizacijos tikslinimui endotrachėjinis vamzdelis gali būti stumdomas pirmyn-atgal, kaip dar vienas pagalbinis orientyras vietai nusistatyti. Nusistačius vietą punkcijai, endotrachėjinis vamzdelis patraukiamas, tada punktuojama trachėja pripildytu fiziologiniu skysčiu švirškštu su adata. Palengva duriant adatą, švirškštu aspiruojant orą, patvirtinama,

jog adata yra trachėjoje. Tada specialiu vienpakopiu išplėtėju ir obturatoriumi įstatomas tracheostominis vamzdelis. Pritvirtinus vamzdelį pajungiama dirbtinė ventilacija per tracheostomą ir monitoruojama paciento kvėpavimo veikla [19]. Šiais laikais dažnai taip pat naudojamas bronchoskopas, kurio pagalba galima vizualizuoti adatą trachėjoje, teisingą jos padėtį. Vis dėlto bronchoskopo naudojimo trūkumas COVID-19 pandemijos metu yra padidėjęs patogeninių aerozolių išsiskyrimas, kas yra pavojinga tiesiogiai su pacientu dirbančiam personalui [22].

1 pav. Perkutaninės tracheostomijos technika [24].

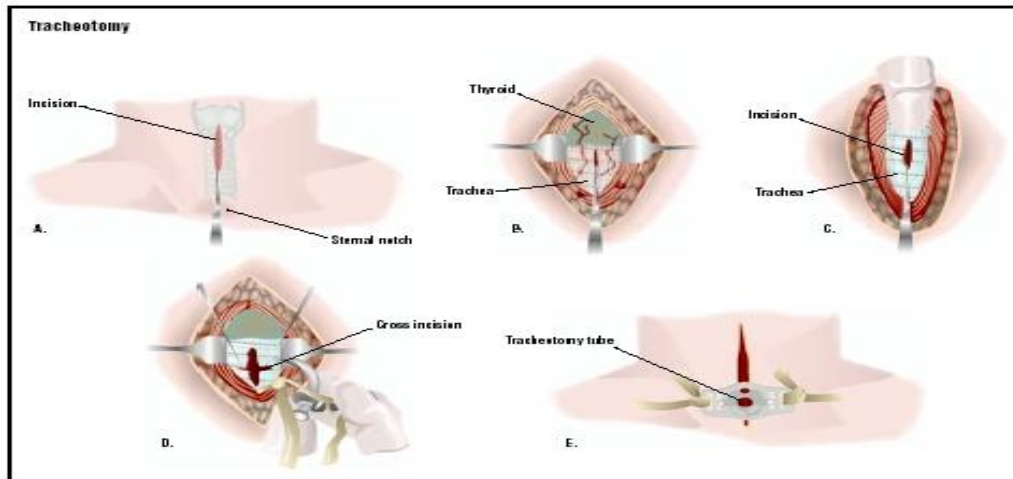


Chirurginė/atvira tracheostomija

Paruošus pacientą, 2 cm nuo krūtinkaulio viršutinio krašto, nuskausminus atliekamas 4 cm pjūvis, Metzenbaumo žirkėmis prapjaunamas poodinis raumuo, pjūvio kraštai atitraukiami Weitlaner retraktoriumi. Vidurio linijoje fascijos ir gilesni raumenys atitraukiami Farabeuf retraktoriais, pasirodo skydliaukės sąsmauka. Skydliaukės sąsmauka patraukiama į šoną ir suspaudžiama keliais spaustukais, pasirodo trachėja. Greta trachėjos antrojo

žiedo įkerpamas mažas segmentas, kuris pritvirtinamas prie apatinio odos krašto netirpia siūle. Tuo metu trachėjoje buvęs endotrachėjinis vamzdelis atitraukiamas ir į trachėjos ertmę įdedamas tracheostomos vamzdelis. Kraujavimui mažinti dažnai naudojama aplink tracheostomos vamzdelio esanti hemostatinė kempinė. Elektrokauterizacijos vengiama pacientams, sergantiems COVID-19 liga, dėl generuojamų aerozolių kauterizacijos metu [23].

2 pav. Atviros tracheostomijos technika [25].



Perkutaninės ir chirurginės tracheostomijų palyginimas COVID-19 pandemijos metu

Chirurginė tracheostomija yra daug įgūdžių ir laiko kainuojanti procedūra, kas dažniausiai sąlygoja didesnes komplikacijas nei perkutaninė tracheostomija. Tačiau tam tikri su pacientais susiję faktoriai (pvz., struma, nutukimas, poodinė emfizema, specifiška kaklo anatomija) priverčia gydytojus rinktis chirurginės tracheostomijos techniką [26]. Šiais laikais kaip pirmo pasirinkimo procedūra dažniausiai pasirenkama perkutaninė tracheostomija [27]. Chirurginė tracheostomija dažniausiai trunka ilgiau dėl sudėtingesnės procedūros, tačiau taikant perkutaninę tracheostomiją dėl nuolatinio stomos plėtimo ir manipuliacijos bronchoskopu didėja patogeninių aerolių išplitimo galimybė [28]. Vis dėlto perkutaninė tracheostomija yra ekonomiškai efektyvesnis būdas, nes suteikia galimybę atlikti procedūrą prie paciento lovos, nei chirurginė tracheostomija, kuri dažniausiai atliekama operacinėje [29].

2020 metais Reggio Emilia (Italija) miesto tretinio lygio centre atliktas tyrimas su 47 pacientais, sergančiais COVID-19 liga. Pacientai buvo padalinti į A ir B grupes. A grupėje atrinkta 17 pacientų, kuriems taikyta perkutaninė tracheostomija, B grupėje – 30 pacientų, kuriems taikyta chirurginė tracheostomija. Tyrimo metu vidutiniškai per 22 dienas (diapazonas 8–63) mirė 14 pacientų (29,8%) (3 pacientai [17,6%] A grupėje ir 11 pacientai [36,7%] B grupėje) dėl ūminio kvėpavimo nepakankamumo sukeltų komplikacijų. Komplikacijos (vietinė infekcija, kraujavimas, poodinė emfizema) pasireiškė 9 pacientams (52,9%) iš A grupės ir 18 pacientų (60,0%)

iš B grupės. Šio tyrimo metu atskleista, jog skirtumai tarp sukeltų komplikacijų nebuvo reikšmingi. Gydytojas tracheostomijos techniką turėtų pasirinkti spręsdamas kiekvienu atveju individualiai [30].

Tais pačiais metais taip pat tyrinėti panašumai/skirtumai tarp chirurginės ir perkutaninės tracheostomijų. 201 pacientui sergant sunkia COVID-19 forma prireikė tracheostomijos. 124 pacientams (62%) atlikta perkutaninė tracheostomija, 77 pacientams (38%) – chirurginė tracheostomija. Tyrimo metu, nepaisant tracheostomijos metodo taikymo, be reikšmingų skirtumų, mirė 29 pacientai (14,4%). Iš 172 gyvų, 163 pacientams buvo pašalintos tracheostomos ir jie buvo sėkmingai išrašyti iš ligoninės. Šiuo tyrimu taip pat buvo įrodyta, jog reikšmingų skirtumų tarp perkutaninės ir chirurginės tracheostomijų naudojimo nėra [31].

Kahramanmaras Sutcu Imam universiteto klinikiniame tyrime nustatyta, jog naudojant lankstų pravedėją, taikant perkutaninę tracheostomiją ultragarso kontrolėje galima išvengti kraujavimo ir infekcijų rizikos [32].

Išvados

Tracheostomija yra dažnai neišvengiamas metodas, kurį reikia taikyti ilgai ventiliuojamiems pacientams. COVID – 19 pandemijos metu nemaža dalis pacientų išsivysčius ūminiam kvėpavimo nepakankamumui turi mechaninės ventiliacijos poreikį. Pacientų ventiliavimo laikas išlieka aktualus invazyvios ventiliacijos taikymui. Nustatyta, jog nuo 14 iki 21 paciento ventiliavimo dienos yra optimaliausias laikas tracheostomijos taikymui, taip sumažinant mirtinų

kompliakacijų dažnį. Pasaulio medikams dažnai tenka apmąstyti keletą tracheostomijos metodų, kurie skiriasi savo technika ir ypatybėmis. Šiais laikais perkutaninė tracheostomija, kaip naujesnė ir progresyvesnė technika, dažnai yra pirmo pasirinkimo metodas, tačiau neretai paciento būklė ir anatomicinės savybės priverčia pasitelkti ir labiau atvirą, chirurginę tracheostomiją. Pasaulyje atlikta klinikinių tyrimų, siekiančių palyginti šių dviejų metodų pranašumus ir trūkumus vienas kito atžvilgiu. Rezultatai parodė, jog reikšmingo skirtumo, kuri metodą galima taikyti, nerasta, įvairių komplikacijų dažniai maždaug vienodi. Vis dėlto perkutaninė tracheostomija išlieka lankstesnis metodas, kuri galima taikyti čia pat, neperkeliant paciento į procedūrinės patalpas.

Literatūra

1. Balakrishnan K, Schechtman S, Hogikyan ND, et al. COVID-

19 pandemic: what every otolaryngologist–head and neck surgeon

needs to know for safe airway management. *Otolaryngol*

Head Neck Surg. 2020;162:804-808.

2. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, et al. Clinical characteristics of coronavirus

disease 2019 in China. *N Engl J Med.* 2020;382:1708-1720.

10 *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*

3. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons

from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China:

summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for

Disease Control and Prevention. *JAMA.* 2020;323(13):1239-1242.

4. World Health Organization. WHO-AUDIO Emergencies Coronavirus Press Conference

03 March 2020. [online] Accessed 29 March 2020. Available at: <https://>

www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emerg

[encies-coronavirus-press-conference-full-03mar2020-final.pdf](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/press-conference-full-03mar2020-final.pdf).

5. Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill

patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered,

retrospective, observational study. *Lancet Respir Med* 2020; 8(5):

465-481.

6. Guan W-J, Ni Z-Y, Hu Y, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease

2019 in China. *N Engl J Med* 2020;382:1708–1720.

7. Parker N, Schiff BA, Fritz MA, et al. Tracheotomy recommendations during

the COVID-19 Pandemic: Airway and Swallowing Committee of the American

Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery; Alexandria, VA:

American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery; 2020.

Accessed 27 March 2020.

8. Harrison L, Ramsden J. Guidance for Surgical Tracheostomy and Tracheostomy

Tube Change during the COVID-19 Pandemic. London, UK: ENTUK;

2020. Accessed 27 March 2020.

9. Meng L, Qiu H, Wan L et al (2020) Intubation and ventilation

amid the COVID-19 outbreak: Wuhan’s experience. *Anesthesiology.*

10. Vergano M, Bertolini G, Giannini A, et al. (2020) Clinical ethics

recommendations for the allocation of intensive care treatments,

in exceptional, resource-limited circumstances. *Italian Society*

of Anesthesia, Analgesia, Resuscitation, and Intensive Care

(SIAARTI). Accessed 16 Mar 2020.

11. Sheldon CH, Pudenz RH, Freshwater DB, Crue BL. A new method for tracheostomy. *J Neurosurg* 1955; 12: 428–431.
12. Saritas, A, Kurnaz MM. Comparison of bronchoscopy-guided and real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: safety, complications, and effectiveness in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2019;34(3):191–196.
13. Klotz R, Probst P, Deininger M et al. Percutaneous versus surgical strategy for tracheostomy: a systematic review and meta-analysis of perioperative and postoperative complications. *Langenbecks Arch Surg* 2018; 403:137–149.
14. American Academy of Otolaryngology and Head and Neck Surgery (2020) AAO position statement: tracheostomy recommendations during the COVID-19 pandemic. <https://www.entnet.org/content/aaoposition-statement-tracheostomy-recommendations-during-covid-19-pandemic>
15. David AP, Russell MD, El-Sayed IH, Russell MS. Tracheostomy guidelines developed at a large academic medical center during the COVID-19 pandemic. *Head & Neck*. 2020;42(6):1291–6.
16. Takhar A, Walker A, Tricklebank S, Wyncoll D, Hart N, Jacob T, et al. Recommendation of a practical guideline for safe tracheostomy during the COVID-19 pandemic. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2020;277(8):2173–2184.
17. CSO-HNS Executive Committee (2020) Guidance for health care workers performing aerosol generating medical procedures during the COVID-19 pandemic [PMC free article] [PubMed]
18. Canadian Society of Otolaryngology-Head and Neck Surgery (2020) Recommendations from the CSO-HNS taskforce on performance of tracheostomy during the COVID-19 pandemic. <https://www.entcanada.org/wp-content/uploads/COVID-19-Guidelines-CSOHNS-Task-Force-Mar-23-2020.pdf>
19. David AP, Russell MD, El-Sayed IH, Russell MS. Tracheostomy guidelines developed at a large academic medical center during the COVID-19 pandemic. *Head & Neck*. 2020;42(6):1291–6.
20. Chao TN, Harbison SP, Braslow BM, Hutchinson CT, Rajasekaran K, Go BC, Paul EA, Lambe LD, Kearney JJ, Chalian AA, Cereda MF, Martin ND, Haas AR, Atkins JH, Rassekh CH. Outcomes After Tracheostomy in COVID-19 Patients. *Ann Surg*. 2020 Sep 1;272(3):e181-e186.
21. Tang Y, Wu Y, Zhu F, Yang X, Huang C, Hou G, Xu W, Hu M, Zhang L, Cheng A, Xu Z, Liu B, Hu S, Zhu G, Fan X, Zhang X, Yang Y, Feng H, Yu L, Wang B, Li Z, Peng Y, Shen Z, Fu S, Ouyang Y, Xu J, Zou X, Fang M, Yu Z, Hu B, Shang Y. Tracheostomy in 80 COVID-19 Patients: A Multicenter, Retrospective, Observational Study. *Front Med (Lausanne)*. 2020 Dec 17;7:615845.
22. Rashid AO, Islam S. Percutaneous tracheostomy: a comprehensive review. *J Thorac Dis* 2017; 9(Suppl 10): S1128e38.
23. Zuazua-Gonzalez A, Collazo-Lorduy T, Coello-Casariago G, Collazo-Lorduy A, Leon-Soriano E, Torralba-Moron A, Onrubia-Parra T, Gomez-Martin-Zarco JM, Echarri-SanMartin R, Ripolles-Melchor J, Martinez-De-la-Gandara A, Domingo-Carrasco C. Surgical Tracheostomies in COVID-19 Patients: Indications, Technique, and Results in a Second-Level Spanish Hospital. *OTO Open*. 2020 Sep 15;4(3):2473974X20957636.
24. Sangwan YS, Chasse R. A modified technique for percutaneous dilatational tracheostomy: A retrospective review of 60 cases. *J Crit Care*. 2016 Feb;31(1):144-9.
25. Tracheostomy [Internet]. *Encyclopedia of Surgery*. [cited 2021Mar31]. Available from: <https://www.surgeryencyclopedia.com/St-Wr/Tracheostomy.html>
26. Ramakrishnan N, Singh JK, Gupta SK, et al. Tracheostomy: open surgical or percutaneous? An effort to solve the continued dilemma. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;71:320–326.
27. Raimondi N, Vial MR, Calleja J, et al; FEPIMCTI and LACCTIN. Evidence-based guidelines for the use of tracheostomy in critically ill patients. *J Crit Care*. 2017;38:304–318.
28. Tay JK, Khoo ML, Loh WS. Surgical considerations for tracheostomy during the COVID-19 pandemic: lessons learned from the severe acute respiratory syndrome outbreak. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020.

29. Liao DZ, Mehta V, Kinkhabwala CM, Li D, Palsen S, Schiff BA. The safety and efficacy of open bedside tracheotomy: a retrospective analysis of 1000 patients. *Laryngoscope*. 2020;130:1263–1269.

30. Botti C, Lusetti F, Neri T, Peroni S, Castellucci A, Salsi P, Ghidini A. Comparison of percutaneous dilatational tracheotomy versus open surgical technique in severe COVID-19: Complication rates, relative risks and benefits. *Auris Nasus Larynx*. 2020 Oct 28:S0385-8146(20)30296-0.

31. Rovira A, Tricklebank S, Surda P, Whebell S, Zhang J, Takhar A, Yeung E, Fan K, Ahmed I, 5.

Hopkins P, Dawson D, Ball J, Kumar R, Khaliq W, Simo R, Arora A. Open versus percutaneous tracheostomy in COVID-19: a multicentre comparison and recommendation for future resource utilisation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021 Jan 9:1–8.

32. Boran ÖF, Bilal B, Bilal N, Öksüz H, Boran M, Yazar FM. Comparison of the efficacy of surgical tracheostomy and percutaneous dilatational tracheostomy with flexible lightwand and ultrasonography in geriatric intensive care patients. *Geriatr Gerontol Int*. 2020 Mar;20(3):201-20