



Tracheostomy in the Era of COVID-19 Pandemic

Jae Hong Park

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Korea

COVID-19 범유행 시기의 기관절개술

박재홍

순천향대학교 의과대학 천안병원 이비인후과학교실

Since COVID-19 pandemic, extreme care must be taken to not only tracheotomy, but also subsequent tube management so that medical staff and other patients can be protected from infectious aerosols from the patient. Numerous studies have been reported worldwide on the timing and indications for tracheotomy in COVID-19 patients since 2019. In this paper, we describe the issues to be considered not only during tracheostomy but also before and after procedure in COVID-19 patients with the literatures review.

Keywords COVID-19; Pandemic; Tracheostomy.

Received March 29, 2023

Revised April 13, 2023

Accepted April 13, 2023

Corresponding Author

Jae Hong Park, MD, PhD
 Department of Otolaryngology-
 Head and Neck Surgery,
 Soonchunhyang University
 College of Medicine,
 31 Suncheonhyang 6-gil, Dongnam-gu,
 Cheonan 31151, Korea
 Tel +82-41-570-2265
 Fax +82-41-592-3803
 E-mail entparkong@hanmail.net

ORCID iD

Jae Hong Park
<https://orcid.org/0000-0002-5409-5581>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

2019년 중국 후베이성의 우한에서 처음 발견된 coronavirus disease 2019 (COVID-19) 바이러스는 사람과 동물을 모두 감염시키는 인수공통전염병으로 특징적인 폐렴을 동반한다하여 우한폐렴으로 불려지다가 중국 및 인접국가를 넘어 전 세계적으로 급속도로 전파되면서 COVID-19로 불리게 되었다. 현재까지도 전 세계적인 범유행 전염병으로 종식되지 않고 있다. COVID-19 감염은 초기에 중증의 호흡곤란을 동반하는 폐렴이 합병되는 경우가 많아 기도확보를 위한 기관내 삽관 및 인공호흡기를 이용한 치료가 필요한 경우가 많으며, 경우에 따라 기관절개술을 필요로하는 경우도 있다. 호흡기 바이러스의 하나인 COVID-19는 비말감염을 통해 전파되므로 기도유지를 위한 기관내 삽관, 기관절개술 및 시술 이후 튜브관리 및 교체시 환자로부터 유래된 비말 감염원에 의료진 및 다른 환자들이 노출되지 않도록 극도의 주의를 요한다. 최근 기관내 삽관 중인 COVID-19 환자의 기관절개술 시기와 적응증에 대한 다양한 연구들이 전 세계적으로 시도되어 왔고, 이에 보고된 문헌들이 소개되어 이를 고찰하여 COVID-19 환자의 기관절개술 시 그리고 그 준비와 수술 이후 고려할 문제들에 대하여 저자의 경험에 의한 일부 견해와 함께 기술하고자 한다.

본 론

COVID-19 범유행 이전의 기관절개술

기관절개술은 기원전 3600년전 이집트 동판에 묘사된 기술이 인류 최초의 보고이며, 이후 5600년간 다양한 문화권에서 역사적인 기록을 찾아볼 수 있다[1]. 기도 확보가 필요한 상기도 폐색 환자에게는 응급으로 시행되는 기관절개술은 경구강으로 기관내 튜브가 삽관된 환자의 경우 응급으로 시행되지 않고 미리 계획하여 시행되며, 장기간 기관 내 삽관과 관련된 후두 및 기관의 압박괴사와 폐렴과 같은 기도합병증을 예방하고 불필요한 진정과 기계 환기 시간을 줄이기 위해 시행된다. 기관절개술의 적절한 시기에 대하여는 COVID-19 범유행 시기 이전에도 이미 수많은 연구가 보고된 바 있다[2-4].

2005년부터 2014년까지 발표된 다양한 연구들에 대한 메타분석에서 기관절개술을 시행하기까지의 기관내 삽관 시기에 따라 지연 기관절개술의 결과가 다양할 수 있으며, 기관내 삽관 후 28일 이후에나 기관절개술을 시행한 경우와 같이 지나치게 장기간 기관 내 삽관 상태에 따른 후두 및 기관 합병증의 증가는 있을 수 있으나, 조기 기관절개술을 3-10일 이내로 정의하고 그 이후를 지연 기관절개술로 구분할 경우, 조기 기관절개술 군이 지연 기관절개술 군보다 중증 합병증 예방 및 감소에 뚜렷한 장점을 보여주지 못했고 오히려 불필요한 기관절개술의 경우를 증가시킬 수 있다고 보고한 바 있다[5-9].

최근 기관절개술 시기를 최초 기관내 삽관 후 각각 10일과 13-15일을 기준으로 조기와 지연 기관절개술로 구분하여 시행한 두 연구에서 동일하게 조기 기관절개술을 시행하여 얻는 뚜렷한 장점이 없다고 보고한 바 있어 최초 기관내 삽관 후 각각 10일, 13-15일 이후 기관절개술을 권고한 연구들도 있었다[10-14].

이러한 연구들을 통해 알 수 있듯이 COVID-19 범유행 시기 이전에도 기관절개술의 적절한 시기에 대한 명확한 기준이 확립되어 있지는 않았다. 단, 각 연구에서 제시하는 기관절개술의 적정 시기는 상이하지만 대부분의 경우 2-3주 이내에 기관절개술을 시행하였으며, 술기와 관련된 즉시 또는 조기 합병증과 관련된 위험성을 고려한 연구결과이므로 저자의 견해는 안전하게 기관절개술을 시행하여 술기와 관련된 합병증을 배제할 수 있다면 지연 기관절개술보다는 10-15일 사이에 안전하게 기관절개술을 시행하는 것을 추천할 수 있겠다.

기관절개술은 숙련된 술자의 경우 대개 안전하게 진행할 수 있지만 증례에 따라 또는 시기에 따라 매우 치명적인 합병증이 발생할 수 있어 기관절개술을 계획함에 있어 반드시 치명적인 합병증의 발생 가능성을 미리 검토하고 대비하여야 한다. 특히 COVID-19 감염 환자의 경우 바이러스 전파의 위험도,

기관절개술 합병증과 장기간 기관내 삽관으로 인한 합병증의 발생 가능성을 충분히 고려하여 기관절개술의 시기를 결정하여야 하므로 관련된 다양한 임상과와 의료진의 다학제 접근법을 통한 기관절개술 시기의 결정이 필수적이다.

기관절개술의 시기에 따른 합병증

기관절개술 후 합병증은 시기에 따라 수술 직후에 발생하는 즉시 합병증, 7일 이내에 발생하는 조기합병증과 7일 이후에 발생하는 후기 합병증으로 구분하며, 즉시 합병증은 주로 수술과 직접적으로 관련된 합병증들로 출혈, 기흉, 종격기종, 피하기종 및 기관튜브의 기관 주위 공간으로 잘못 삽입이 있으며, 즉시 합병증 이외의 조기 합병증에 포함되는 것으로는 기관염, 수술부위의 감염, 기관튜브 폐색, 기관튜브의 이탈 등이 대표적이다. 한편, 기관절개술 1주 후부터 주로 발생하는 후기 합병증에는 기관연화증, 기관협착, 기관-식도누공, 기관-피부누공, 기관절개창 및 기관내 육아조직형성 및 기관무명동맥누공이 있다[2,4,5,10].

COVID-19 범유행 시기의 기관절개술

COVID-19 환자의 점액과 기도 비말을 통한 바이러스의 전파를 막기위한 국가별 다양한 격리 조치와 관련하여 의료환경도 지난 수년간 역동적인 변화를 거듭해 왔고, 이는 현재도 진행중이라 할 수 있어 후술할 기술은 2023년 3월을 기준으로 한 고찰임을 밝히는 바이며, 기관절개술의 적응증은 COVID-19 범유행 시기이전과 크게 다르지 않아 주로 COVID-19 환자의 기관절개술 시기, 수술 준비 및 적절한 환경 설정에 대하여 기술하고자 한다(Table 1).

COVID-19 환자의 적절한 기관절개술 시기

현재까지 다양한 기관 및 연구를 통해 소개되고 있는 COVID-19 환자의 기관절개술 절차 및 이와 관련한 권고사항들은 기관절개술시 발생하는 비말을 통한 바이러스 전파 위험성과 기관절개술 시기에 따른 합병증을 고려한 득과 실(pros and cons)에 대한 분석을 기초로 하고 있다.

기존의 연구에 보고된 조기 기관절개술을 통한 이득은 지연 기관절개술 환자군에 비해 상대적으로 인공호흡기 이탈시기가 더 빠르고 결과적으로 진정기간과 중환자실 입실기간이 더 짧고 환자 편의성이 향상됨을 들 수 있다.

하지만, 너무 이른 시기에 기관절개술을 시행하는 경우에는 술기와 관련된 조기 합병증의 빈도가 증가하여 회복이 오히려 늦어지는 경우가 있을 수 있으며 COVID-19를 포함한 호흡기 바이러스 환자에 대한 기관절개술의 경우 술기 중 또는 기관튜브 교체 및 관리과정에서 비말노출이 불가피하여 의료

Table 1. Considerations for tracheostomy in patient with COVID-19

Indication	Prolonged tracheal intubation Weaning facilitation
Timing	About 10–20 days after intubation, decided by multidisciplinary team approach
Environment	Negative pressured exclusive transportation and operation room
Personal protective equipment	Personal protective equipment (Level D) Surgical glove Powered air-purifying respirator N95 mask or filtering face piece grade 2 or higher mask Facial shield
Management of tracheal tube	Closed tracheal suction system Same personal protective equipment for tracheostomy

환경에 대한 바이러스 전파의 위험성이 증가함을 그 단점으로 꼽을 수 있겠다. 반면 자연 기관절개술의 경우 술기와 관련된 합병증 보다는 장기간 기관내 삽관 상태와 관련한 합병증이 증가하는 반면 기관절개술과 관련된 바이러스 전파의 위험성도 낮고 기관절개술 없이 호전될 수 있는 환자들에게 불필요한 기관절개술을 피할 수 있는 장점이 있다[15–18]. 따라서, COVID-19 범유행 전과 마찬가지로 역시 기관절개술의 적절한 기준 시기에 대하여는 다양한 의견이 있지만 2020년 발표된 the American Academy of Otolaryngology–Head and Neck Surgery 가이드라인에 따르면 기관절개술은 바이러스 질환이 안정화될 때까지 기다렸다가 시행해야 함을 권고한 바 있으며, 2019년 이후 연구들에 따른 바이러스 전파기간은 증상 발생 후 5–45일(중간값 8–20일)까지 다양할 수 있으나 미국 질병관리청(The Centers for Disease Control and Prevention)에 따르면 COVID-19 확진 후 10일간을 바이러스 배출에 중대한 시기로 규정하고 있는 점을 감안하면 저자의 견해상 2019년 이전의 기준보다는 조금 미뤄 기관삽관 후 10–20일 이후 바이러스 배출량을 감안하여 장기간 기관 내 삽관을 요하는 환자에게 기관절개술을 계획함이 어떠할지 제안해 본다[17,18].

수술 환경

기관절개술은 적절한 환기장치가 설비된 격리된 음압환경에서 시행하되 오염구역과 비오염구역이 구분된 구조를 추천한다. 음압실이 준비되지 못한 부득이한 경우에 한하여는 portable high-efficiency particulate air filter를 사용하여 비말 전파율을 줄일 수 있다. 만약 수술을 위해 격리실에서 수술실로 환자를 이송해야 하는 경우에는 환자의 호흡기 분비물

에 이송 요원과 의료인이 노출되지 않도록 음압이송수단을 이용하여 이송해야 하며, 이송 중 노출을 최소화하기 위해 참여하는 이송인력을 최소화하고 가능한 경우 없는 동선을 고안하여 전용화 하여야 한다[19].

인공호흡기를 이용한 기계환기 중인 환자의 경우 기관전벽을 개방하여 기존의 튜브를 발관 후 기관절개창을 통해 튜브를 삽관하기까지 가능하면 기계 환기를 잠시 멈춰 비말의 공기 중 전파를 막도록 한다[20].

개인보호구

기관 내 삽관 및 기관절개술에 참여하거나 기관절개술 후 관리를 담당하는 보건의료인은 환자의 비말노출을 통한 바이러스전파를 예방하기 위해 전신 보호복(레벨D), 수술용 멸균장갑, 전동식 호흡장치(powered air-purifying respirator)를 착용하여야 한다. 단, 전동식 호흡장치를 이용할 수 없는 경우 N95 마스크 또는 filtering face piece 2급 이상의 마스크와 안면 전체를 가릴 수 있는 안면보호구를 착용하도록 한다[19,20].

기관튜브의 관리

기관튜브는 Kelley circuit라 불리는 폐쇄회로 기관 흡입장치(closed tracheal suction system)를 이용하여 비말전파를 막으면서 튜브내 분비물을 흡입할 수 있으며 기관튜브를 교체하는 경우에는 기관절개술 시와 같은 수준의 수술 환경과 개인보호구를 갖춘 후 시행하여야 한다. 상기한 절차에 따라 안전하게 기관튜브를 관리하고 교체한다면 추가적인 비말노출을 최소화하며 기관튜브 폐색과 같은 지연된 튜브 교체로 인한 합병증은 예방할 수 있다. 또한, 술자의 경험상 기관절개술 시 Bjork flap tracheostomy와 같이 기관전벽을 기관절개창 하단에 봉합하여 고정하면 튜브교체를 더욱 용이하고 안전하게 할 수 있다[19,20].

바이러스 전파를 막기 위해 일부 연구에서는 기관 튜브도 교체를 자주 하지 말기를 권고하는 경우도 있으나 저자의 견해상 튜브 폐색과 같은 치명적인 합병증은 반드시 예방해야 하므로 튜브는 필요시 반드시 교체하되 개인보호구로 인하여 헤드라이트와 같은 적절한 조명과 시야가 확보되지 못 할 수 있어 평소보다 쉽고 신속하게 기관절개창을 통해 기관내로 튜브를 삽입할 수 있도록 전술한 Bjork flap tracheostomy와 같은 대비가 필요하다.

결 론

기관절개술은 인류 역사상 어느 시기에도 항상 치명적인 기

도 폐색 및 합병증을 치료하기 위해 필수적인 술식으로 COVID-19 범유행 시기라하여 그 시행시점을 크게 달리 설정할 필요는 없다. 다만, 그 적절한 시기에 대하여 관련 의료진들의 다학제적 접근법을 통한 결정이 필요하며, 기관절개술을 위한 준비와 이후 튜브의 관리에 있어 의료진과 다른 환자들을 바이러스 전파로부터 보호하기 안전한 절차를 지켜 시행하는 것이 중요하다.

중심 단어: COVID-19; 범유행; 기관절개술.

Acknowledgments

None

Conflicts of Interest

The author has no financial conflicts of interest.

REFERENCES

1. Szmuk P, Ezri T, Evron S, Roth Y, Katz J. A brief history of tracheostomy and tracheal intubation, from the bronze age to the space age. *Intensive Care Med* 2008;34(2):222-8.
2. Cheung NH, Napolitano LM. Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes. *Respir Care* 2014;59(6):895-919.
3. Akulian JA, Yarmus L, Feller-Kopman D. The role of cricothyrotomy, tracheostomy, and percutaneous tracheostomy in airway management. *Anesthesiol Clin* 2015;33(2):357-67.
4. Rana S, Pendem S, Pogodzinski MS, Hubmayr RD, Gajic O. Tracheostomy in critically ill patients. *Mayo Clin Proc* 2005;80(12):1632-8.
5. 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.
6. Rodriguez JL, Steinberg SM, Luchetti FA, Gibbons KJ, Taheri PA, Flint LM. Early tracheostomy for primary airway management in the surgical critical care setting. *Surgery* 1990;108(4):655-9.
7. Saffle JR, Morris SE, Edelman L. Early tracheostomy does not improve outcome in burn patients. *J Burn Care Rehabil* 2002;23(6):431-8.
8. Bouderkha MA, Fakhir B, Bouaggad A, Hmamouchi B, Hamoudi D, Harti A. Early tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in severe head injury. *J Trauma* 2004;57(2):251-4.
9. Griffiths J, Barber VS, Morgan L, Young JD. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *BMJ* 2005;330(7502):1243.
10. Fartoukh M, Maitre B, Honoré S, Cerf C, Zahar JR, Brun-Buisson C. Diagnosing pneumonia during mechanical ventilation: the clinical pulmonary infection score revisited. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168(2):173-9.
11. Griggs WM, Myburgh JA, Worthley LI. A prospective comparison of a percutaneous tracheostomy technique with standard surgical tracheostomy. *Intensive Care Med* 1991;17(5):261-3.
12. Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. *Intensive Care Med* 2002;28(3):299-303.
13. Napolitano LM. Use of severity scoring and stratification factors in clinical trials of hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia. *Clin Infect Dis* 2010;51(Suppl 1):S67-80.
14. Lauzier F, Ruest A, Cook D, Dodek P, Albert M, Shorr AF, et al. The value of pretest probability and modified clinical pulmonary infection score to diagnose ventilator-associated pneumonia. *J Crit Care* 2008;23(1):50-7.
15. Aodeng S, Wang W, Chen Y, Feng G, Wang J, Lv W, et al. Safety and efficacy of tracheotomy for critically ill patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan: a case series of 14 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2020;58(4):745-51.
16. 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.
17. Delides A, Maragoudakis P, Nikolopoulos T. Timing of tracheotomy in intubated patients with COVID-19. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2020;163(2):328-9.
18. Benito DA, Bestouros DE, Tong JY, Pasick LJ, Sataloff RT. Tracheotomy in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis of weaning, decannulation, and survival. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2021;165(3):398-405.
19. Han SH, Kim SR, Cha KS, Son HJ, Shin MJ, Choi JR, et al. Infection control during surgery for patients with confirmed or suspected coronavirus disease-19. *Korean J healthc assoc Infect Control Prev* 2020;25(1):4-10.
20. Carlson ER, Heidel RE, Houston K, Vahdani S, Winstead M. Tracheotomies in COVID-19 patients: protocols and outcomes. *J Oral Maxillofac Surg* 2021;79(8):1629-42.