

RECIBIDO:
27 diciembre 2023
APROBADO:
7 febrero 2024

Descripción de las intervenciones broncoscópicas en estenosis traqueales posterior a infección por COVID-19

Description of Bronchoscopic Interventions in Post-COVID Tracheal Stenosis

María Carolina Torres Villarreal
<https://orcid.org/0000-0002-9437-8316>
Luis Javier Cajas Santana
<https://orcid.org/0000-0002-4912-7657>
Luis Fernando Navarro Díaz
<https://orcid.org/0000-0002-1390-2738>
Edgar Alberto Sánchez Morales
<https://orcid.org/0000-0002-5518-8149>
Alfredo Saavedra Rodríguez
<https://orcid.org/0000-0002-4292-803X>

María Carolina Torres Villarreal¹, Luis Javier Cajas Santana²,
Luis Fernando Navarro Díaz¹, Edgar Alberto Sánchez Morales¹,
Alfredo Saavedra Rodríguez¹

1. Universidad Nacional de Colombia, Hospital Universitario Nacional de Colombia, Neumología Clínica, Bogotá, Colombia.
2. Universidad Nacional de Colombia, Hospital Universitario Nacional de Colombia, Investigación Clínica, Reumatología, Bogotá, Colombia.

AUTOR CORRESPONSAL:

María Carolina Torres. mctorresv@unal.edu.co

Resumen

Introducción: La infección por SARS-CoV-2 puede presentar síndrome de distrés respiratorio agudo con requerimiento de ventilación mecánica prolongada y retraso en la realización de traqueostomía. Esto trae como consecuencia un incremento en casos de estenosis traqueal y la necesidad de métodos menos invasivos para su abordaje.

Métodos: Estudio descriptivo de corte transversal, desde marzo 2020 hasta diciembre 2021 en el Hospital Universitario Nacional de Colombia, en adultos con estenosis traqueal postintubación asociado SARS-CoV-2. Se realizó análisis univariado entre los grupos con infección o no por SARS-CoV-2 como control, y reintervención, grado de estenosis, uso de inyección intramucosa con dexametasona intratraqueal o múltiples estenosis como desenlaces de importancia. Se usó test exacto de Fisher, t Student y Man-Whitney según la naturaleza de variables. Se consideró p estadísticamente significativo menor a 0.05.

Resultados: Se identificaron 26 pacientes, 20 tenían COVID-19 y 6 no. Se encontraron diferencias en edad ($p=0,002$), epilepsia ($p=0,007$) y estenosis múltiple ($p=0,04$). En 85% de los casos se utilizó láser blue más dilatación con balón pulmonar, en 35% inyección intramucosa con dexametasona intratraqueal y reintervención en 35%, sin diferencias significativas entre grupos.

Conclusiones: Se observó un incremento tres veces mayor de pacientes con estenosis múltiple en el grupo de infección por COVID-19, así mismo se encontró que el método más utilizado en este grupo para la recanalización fue el uso de láser blue más dilatación con balón pulmonar y la innovación en el uso de inyección intramucosa.

Palabras clave: estenosis traqueal, COVID-19, broncoscopia.

Abstract

Introduction: SARS-CoV-2 infection can lead to acute respiratory distress syndrome with a prolonged need for mechanical ventilation and delayed tracheostomy, resulting in an increase in cases of tracheal stenosis and the necessity for less invasive approaches.

Methods: A descriptive cross-sectional study was conducted from March 2020 to December 2021 at the Hospital Universitario Nacional de Colombia, focusing on adults with post-intubation tracheal stenosis associated with SARS-CoV-2. Univariate analysis was performed between groups with or without SARS-CoV-2 infection as a control, considering reintervention, degree of stenosis, use of intratracheal steroids, or multiple stenoses as important outcomes. Fisher's exact test, Student's t-test, and Mann-Whitney test were employed based on the nature of variables. A p-value less than 0.05 was considered statistically significant.

Results: A total of 26 patients were included, with 20 having COVID-19 and 6 without. Significant differences were found in age ($p=0.002$), epilepsy ($p=0.007$), and multiple stenosis ($p=0.04$). In 85% of cases, laser blue plus balloon pulmonary dilation was used, intratracheal dexamethasone in 35%, and reintervention in 35%, with no significant differences between groups.

Conclusions: A threefold increase in subglottic stenosis was observed during the SARS-CoV-2 pandemic, with more instances of multiple stenosis and predominantly the use of laser blue plus balloon pulmonary dilation as a successful recanalization technique. There was a higher use of intratracheal dexamethasone in this group compared to other pathologies causing tracheal stenosis.

Key words: acquired subglottic stenosis, COVID-19, bronchoscopic surgical procedure.

Introducción

La infección por el coronavirus 2 (SARS-CoV-2) es un problema de salud pública mundial, tanto por su alta tasa de contagio en el periodo previo a la vacunación masiva, como por su alto requerimiento de hospitalización en la unidad de cuidados intensivos, en comparación con otras infecciones respiratorias.¹⁻³

Se ha reportado que el ingreso a la unidad de cuidado intensivo se encuentra entre 6-30%, siendo la principal causa el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) en rangos desde leve hasta severo. Esta última presentación ha llevado a un incremento en el requerimiento de la intubación orotraqueal, siendo este porcentaje entre un 40 - 60%; adicionalmente, una prolongación en los días del soporte ventilatorio mecánico con registros entre 5 a 20 días y una extensión en el tiempo ideal para realizar la traqueostomía, siendo en general superior a los 14 días.¹⁻⁶

Como consecuencia, se ha encontrado un incremento en los casos de estenosis laringotraqueales postintubación. En los últimos años previos a la pandemia, se encuentran prevalencias entre el 10 al 22%, con una incidencia de aproximadamente 4,9 casos por millón por año.⁷⁻⁹ Los factores principalmente relacionados con su presentación son: el tiempo de intubación, hiperinsuflación del neumotaponador y otros factores mencionados pero menos reportados como obesidad y posición en pronación.^{1,2,4,10}

Las presentaciones clínicas más frecuentemente reportadas en la literatura de la estenosis laringotraqueal son la disnea y el estridor, en ocasiones de tal severidad que llevan a una nueva intubación orotraqueal, con consecuencia de perpetuación del proceso inflamatorio-fibrótico en la mucosa en contacto con el cuerpo extraño y con mayor daño sobre áreas previamente comprometidas.

Buscando evitar procedimientos quirúrgicos que impliquen resección de áreas traqueales, mantenimiento de anastomosis término-terminales y que sumen mayor riesgo de infección, se ha planteado el manejo con métodos broncoscópicos, tales como las terapias ablativas térmi-

cas, la dilatación neumática con balones pulmonares; con menos morbilidad y complicaciones, aunque con alta tasa de recaída 70-80%.¹¹⁻¹⁵

Adicionalmente, buscando disminuir las recaídas en las áreas estenóticas, se ha propuesto la inyección en la mucosa traqueal de corticoide (triamcinolona, metilprednisolona) o citotóxicos como la mitomicina. Esto obtuvo buenos resultados, con un 60% (14 pacientes) libre de recaída por 12 meses y un número de aplicaciones de 1 a 5 veces en el mismo paciente.^{16,17} Sin embargo, se requieren estudios con un mayor número de pacientes para plantear un beneficio franco.

En relación con la prevalencia de estenosis traqueales en pacientes posterior a la infección por SARS-CoV-2 y el manejo realizado, se han encontrado reportes de casos donde se ha recomendado tratar de priorizar la traqueostomía temprana (< 14 días) y empezar con medidas realizadas por broncoscopia como la dilatación con balón y la inyección de esteroides intramucosa y, en caso de fracaso, pasar a la reconstrucción quirúrgica.¹⁸⁻²⁰ Teniendo en cuenta estos hallazgos, nos parece importante aportar la experiencia de nuestro servicio en el manejo de las estenosis traqueales posterior a la infección por SARS-CoV-2, mediante la descripción de las características demográficas de esta población y los procedimientos broncoscópicos con los que se manejaron dichas estenosis.

Material y métodos

Es un estudio observacional descriptivo de corte transversal, realizado en el periodo desde marzo de 2020 hasta diciembre de 2021 en el Hospital Universitario Nacional de Colombia en Bogotá.

Los criterios de inclusión fueron individuos mayores de 18 años con diagnóstico de estenosis traqueal benigna postintubación orotraqueal asociado a neumonía por SARS-CoV-2, y sin diagnóstico de esta infección para el grupo control. Se excluyeron pacientes con fístulas traqueoesofágicas o causa secundaria a malignidad.

La información se recolectó de las historias clínicas del sistema institucional, donde se caracterizaron las variables demográficas relevantes a desenlaces adversos de la ventilación mecánica (estenosis traqueal, traqueostomía, resección traqueal) y las comorbilidades presentadas por los sujetos de estudio.

Las variables relacionadas con la ventilación se tomaron según los datos relevantes reportados en la literatura. Los síntomas presentados por los pacientes, las características de la estenosis y el diagnóstico de la estenosis traqueal postintubación se realizó en el 100% de los casos por medio de broncoscopia flexible bajo sedación consciente con dexmedetomidina en un 30% y 70% bajo anestesia general, entre 3 semanas a 3 meses posterior a la extubación. No se realizó diagnóstico de estenosis postintubación con pacientes en ventilación mecánica. La estimación del grado de estenosis se tomó de los informes de las fibrobronoscopias realizadas por el neumólogo que realizó el procedimiento, la ubicación se determinó arbitrariamente como 1: desde las cuerdas vocales hasta 5 cm, 2: desde el límite inferior de 1 a 10 cm y 3: desde el límite inferior de 2 a la carina.

Las otras variables fueron los procedimientos broncoscópicos según la técnica, el uso de esteroide intratraqueal, la reintervención y el uso de terapia con presión positiva continua (CPAP) posterior a la intervención broncoscópica.

Para la descripción inicial de la población, las variables continuas se expresaron mediante promedio y desviación estándar, y las variables cualitativas mediante porcentajes o proporciones. Se realizó un análisis univariado entre los grupos de pacientes con infección o no por SARS-CoV-2. Posteriormente, se realizó un análisis univariado teniendo en cuenta la reintervención, el grado de estenosis, uso de esteroides intratraqueales o presencia de múltiples estenosis como desenlaces de importancia, con las otras variables descritas. Se usó el test exacto de Fisher, test de t Student y Mann-Whitney según sea la naturaleza y distribución de las variables. Se consideró un valor de p estadísticamente significativo menor a 0,05.

Resultados

Se obtuvieron datos de un total de 26 pacientes con estenosis traqueales que se manejaron por el servicio de neumología del Hospital Universitario Nacional de Colombia, de los cuales 20 tenían el diagnóstico de COVID-19 y en 6 se descartó la enfermedad. No se encontró diferencia estadísticamente significativa en la relación de género ($p=0,06$). El promedio de edad fue de 50,3 años en el grupo de COVID-19 y 32,1 años en el grupo de estenosis subglótica por otras causas, encontrando una diferencia significativa con mayor edad en el grupo de los pacientes con COVID-19 ($p=0,002$).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las enfermedades asociadas, excepto en la variable epilepsia, con un mayor porcentaje en los pacientes no COVID-19. No se encontraron diferencias entre los dos grupos en las variables asociadas a la ventilación. (Tabla 1).

Tabla 1.

Características de la población con estenosis traqueal.

| Característica | Pacientes con infección COVID-19 (n=20) | Pacientes sin infección COVID-19 (n=6) | Valor p |
|--|---|--|--------------|
| Edad (Media(SD)) | 50,3 (11,5) | 32,1 (11,2) | 0,002 |
| Género (Mujeres) | 12 (60%) | 6 (100%) | 0,06 |
| Enfermedades asociadas | | | |
| Hipertensión | 11 (55%) | 3 (50%) | 0,82 |
| IMC >30 kg/mt ² | 8 (40%) | 0 | 0,06 |
| Enfermedad coronaria | 0 | 1 (16,6%) | 0,06 |
| Diabetes mellitus | 3 (15%) | 2 (33%) | 0,31 |
| Epilepsia | 0 | 2 (33%) | 0,007 |
| Asociado a ventilación | | | |
| Días de intubación orotraqueal (Media(SD)) | 21,1 (13,1) | 12,1 (11,9) | 0,14 |
| Pronación | 4 (20%) | 0 | 0,23 |
| Usuario/requerimiento | | | |
| Traqueostomía | 8 (40%) | 2 (16,6%) | 0,29 |
| Síntomas de ingreso | | | |
| Disnea | 20 (100%) | 6 (100%) | - |
| Estridor | 20 (100%) | 6 (100%) | - |
| Características de la estenosis | | | |
| Grado de estenosis (%[SD]) | 78 (15,6) | 82(8,2) | 0,55 |
| Ubicación | | | |
| 1: Desde las cuerdas vocales hasta 5 cm. | 2 (10%) | 0 | 0,72 |
| 2: Desde límite inferior de 1 a 10 cm. | 12 (60%) | 4 (66,6%) | |
| 3: Límite inferior de 2 a la carina. | 6 (30%) | 2 (33,3%) | |
| Estenosis múltiple | 9 (45%) | 0 | 0.04 |
| Procedimientos | | | |
| Terapia con láser blue | 17 (85%) | 5 (83,3%) | 0,92 |
| Dilatación con balón pulmonar | 17 (85%) | 5 (83,3%) | 0,92 |
| Colocación de stent traqueal | 4 (20%) | 1 (16,6%) | 0,85 |
| Colocación de esteroide intratraqueal | 7 (35%) | 0 | 0,09 |
| Terapia con argón plasma | 1 (5%) | 0 | 0,57 |
| Resección de granuloma | 2 (10%) | 1 (16,6%) | 0,61 |
| Reintervención | 7 (35%) | 2 (34%) | 0,94 |
| Uso de terapia CPAP | 8 (40%) | 1 (16,6%) | 0,29 |

El 100% en ambos grupos presentó como síntomas iniciales la disnea y el estridor. En las características de la estenosis, para el grado de obstrucción estimado, el grupo con COVID-19 tenía en promedio 78% vs. 82% en no COVID-19 ($p=0,55$), pero no se relacionó con el tiempo de intubación ($p=0,87$) ni con la pronación ($p=0,70$).

Para la presencia de estenosis múltiple, se encontró una diferencia significativa entre los grupos teniendo mayor presencia en el grupo con COVID-19 45% vs. 0% ($p=0,04$), no se encontró diferencia estadísticamente significativa en relación con el tiempo de intubación ($p=0,58$).

En relación con los procedimientos broncoscópicos, en el 85% de los casos se utilizó la broncoscopia flexible bajo anestesia general y en el 15% el conjunto de broncoscopia rígida más flexible bajo anestesia general para el uso de la terapia con láser, más la dilatación con balón pulmonar para los dos grupos ($p=0,92$); el uso de dexametasona intratraqueal intramucosa en un 35% en el grupo COVID-19 ($p=0,92$) y el requerimiento de reintervenciones en 35% en ambos grupos ($p=0,94$).

Acerca de la reintervención, no se relacionó significativamente ni con el grado de estenosis ($p=0,84$), ni con la ubicación de la estenosis ($p=0,9$) ni con el uso del CPAP ($p=0,25$), únicamente se encontró relación con el uso de dexametasona ($p=0,03$).

La colocación de stent fue similar en ambos grupos, aproximadamente un 20% ($p=0,85$), solo se utilizó en un procedimiento la terapia con argón plasma y en porcentaje promedio de 15% se encontraron granulomas con su respectiva resección en ambos grupos ($p=0,61$). El uso de CPAP ocurrió en el 40% del grupo COVID-19 vs. 16,6% del control. ($p=0,29$). (Figura 1).

Figura 1.

Proceso de recanalización con láser blue y dilatación con balón pulmonar



Discusión

El total de pacientes en nuestro estudio es pequeño, sin embargo, en relación con la presentación de causas de estenosis subglótica postintubación diferentes a la infección por SARS-CoV-2, se evidencia un incremento de aproximadamente tres veces más en el periodo de 21 meses de la recolección de datos; lo que comprueba el incremento de esta patología posterior al inicio de la pandemia.

En relación con las características demográficas, encontramos que el grupo de pacientes con COVID-19 tiene un promedio de edad mayor al grupo control, de esta manera se debe entender que es un grupo con mayor incidencia de enfermedades, siendo probablemente un factor de riesgo que los lleva a presentar más complicaciones. Sin embargo, no fue significativa la diferencia en las variables de enfermedades asociadas, excepto por epilepsia, la cual tuvo su mayor representación en el grupo control, siendo un tercio de las causas por las cuales los pacientes fueron intubados.

Para la variable obesidad, reportada como factor importante por varios autores,^{1-3,10} se encuentra una diferencia numérica respecto a las otras variables, aunque no estadísticamente significativa, lo que sugiere que probablemente no se encontró la diferencia debido al número reducido de la muestra.

Abordando el tema de los días de duración de la intubación orotraqueal, en la literatura mundial encontramos que el promedio está entre 12 a 17 días en pacientes con COVID-19.^{1-3,9} Nosotros tenemos un promedio superior con 21 días de duración, tiempo que además es superior al del grupo control, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (21 vs. 12 días $p=0,14$); tampoco se encontró diferencia significativa en la te-

rapia de pronación ($p=0,23$) que se había mencionado en la literatura como factor de riesgo para mayor presentación de estenosis subglótica.⁵ Acerca de la realización de las traqueostomías, no se contó con datos para esclarecer el tiempo de su realización, dado que no se encontraban funcionantes para el tiempo de la intervención broncoscópica.

La sintomatología que llevaba a los pacientes a consultar fue para todos la disnea y el estridor, similar a lo reportado en la literatura internacional, sin plantearse relación con la magnitud de la estenosis.²¹

No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la ubicación de la estenosis ($p=0,9$) ni el porcentaje de la estenosis ($p=0,3$) y la necesidad de reintervención. Se encontró una relación estadísticamente significativa con la variable de estenosis múltiple en los pacientes con infección por COVID-19 ($p=0,04$), no obstante, no se encontró relación estadísticamente significativa en relación con el tiempo de intubación, por lo que podría plantearse, como lo mencionan Piazza et al. y Mattioli et al., que sea un proceso secundario a una microtrombosis en los capilares de la mucosa traqueal, secundarios al proceso inflamatorio no controlado. Sin embargo, se requiere de estudios donde se correlacionen los hallazgos de histopatología con los hallazgos macroscópicos de las estenosis para corroborar dicha afirmación.^{8,9}

El método más utilizado en nuestra institución para la recanalización es la terapia ablativa con láser blue entre 3,5 y 4 W con uso de la dilatación neumática por balón pulmonar, con una tasa de recaída del 35% en comparación con reportes internacionales de 70-80%,^{12,13} con un máximo de 3 dilataciones por paciente y posterior definición de beneficio de stent traqueal o manejo quirúrgico.

Se realizó la inyección en mucosa traqueal con dexametasona 8 mg, en 5 de los pacientes con recaída generalmente en la segunda o tercera reintervención y en 2 pacientes en el primer procedimiento; no contamos con los datos suficientes de seguimiento para valorar el impacto de esta terapia a futuro.

La mayor evidencia con la que se cuenta respecto al uso de la inyección de la mucosa intra-traqueal se describió por Bertelsen et al., quienes realizaron inyecciones intralesionales de esteroides en 24 pacientes con estenosis traqueales proximales subglóticas, con etiologías múltiples no COVID-19 (42% idiopático, 33% traumáticas y 25% reumatológica), con al menos dos inyecciones de triamcinolona 40 mg/ml con espacio de 3 a 6 semanas con seguimiento a 3 años. Encontraron que 71% no fueron a cirugía posterior al uso intralesional de corticoide, el promedio de inyecciones fue de 4, el tiempo libre de cirugía fue 12,8 meses y el 88% de los pacientes fueron llevados a dilatación con balón pulmonar. No se reportaron eventos adversos del uso de esteroide intralesional, planteando que su uso es seguro y con desenlace favorable en pacientes con estenosis traqueal de diferentes causas.²²

En relación con el uso de corticoides en las estenosis post COVID-19, se encuentra en la literatura que su principal uso es de manera sistémica parenteral e inhalada. En cuanto al uso de esteroides en inyección intramucosa traqueal, los casos reportados son principalmente por especialistas en otorrinolaringología y se recomiendan en un apartado de la Sociedad Europea de Laringología, como herramientas para el manejo de la intubación prolongada (mayor a 14 días) en pacientes con infección por COVID-19, buscando la prevención del uso de cirugías de resección y traqueotomías.²³

Respecto a la elección de qué tipo de esteroide elegir, solo se cuenta con evidencia en modelos animales (ratas) que fueron sometidos a una lesión quirúrgica de la mucosa traqueal y el pericondrio bajo anestesia general, y se asignaron aleatoriamente a cuatro grupos con placebo, fluoracilo/triamcinolona acetónido, carnitina y dexametasona. Se encontró que el volumen de tejido fibroso fue menor en el grupo de fluoracilo/triamcinolona acetónido y carnitina, respecto al grupo de dexametasona, lo que sugiere menor cicatrización con los dos primeros medicamentos.²⁴

Adicionalmente, se reporta en la literatura el uso de CPAP como stent neumático para el manejo de la traqueomalacia en un 40% de los pacientes, buscando mejorar los síntomas de difi-

cultad respiratoria y recaídas.²⁵ Sin embargo, en nuestro estudio no se encuentra una relación estadísticamente significativa en beneficio de las reintervenciones.

Las principales limitaciones de nuestro estudio se plantean al ser un estudio retrospectivo y observacional, se perdieron algunos datos relacionados con procedimientos previos a la llegada del paciente a la institución y a la realización de los procedimientos broncoscópicos. También, dada la baja incidencia del evento, es difícil tener un número suficiente de pacientes, como consecuencia un poder estadístico bajo, por lo que variables que pueden tener asociación no la muestren. Se requiere de estudios con mayor seguimiento para valorar asociaciones que permitan evitar el número de recaídas y con ello evitar procedimientos más invasivos y mórbidos en estos pacientes.

Financiamiento: los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

Conflictos de interés: los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

Contribuciones de los autores: MCTV: administración del proyecto, escritura, revisión, edición, redacción, borrador original. LJCS: metodología, software. LFND: curaduría de datos. EASM: conceptualización, supervisión, validación. ASR: supervisión, validación. El Editor en Jefe, Dr. Carlos Luna, realizó el seguimiento del proceso de revisión y aprobó este artículo.

Referencias

1. Anesi GL, Jablonski J, Harhay MO et al. Characteristics, Outcomes and Trends of Patients With COVID-19-Related Critical Illness at a Learning Health System in the United States. *Ann Intern Med* 2021;174(5):613-621. Doi: 10.7326/M20-5327.
2. COVID-ICU Group on behalf of the REVA Network and the COVID-ICU- Investigators. Clinical characteristics and day-90 outcomes of 4244 critically ill adults with COVID-19: a prospective cohort study. *Intensive Care Med* 2021;47(1):60-73. Doi: 10.1007/s00134-020-06294-x.
3. Thomson RJ, Hunter J, Dutton J et al. Clinical characteristics and outcomes of critically ill patients with COVID-19 admitted to an intensive care unit in London: A prospective observational cohort study. *PLoS ONE* 2020;15(12): e0243710. Doi: 10.1371/journal.pone.0243710
4. Estenssoro E, Loudet CI, Ríos FG et al.; SATI-COVID-19 Study Group. Clinical characteristics and outcomes of invasively ventilated patients with COVID-19 in Argentina (SATICOVID): a prospective, multicentre cohort study. *Lancet Respir Med* 2021;9(9):989-998. Doi: 10.1016/S2213-2600(21)00229-0.
5. Miwa M, Nakajima M, Kaszynski R et al. Two Cases of Post-intubation Laryngotracheal Stenosis Occurring after Severe COVID-19. *Intern Med* 2021;60(3):473-477. Doi:10.2169/internalmedicine.6105-20.
6. Cheung NH, Napolitano LM. Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes. *Respir Care* 2014;59(6):895-915; discussion 916-9. Doi: 10.4187/respcare.02971.
7. Nouraei SA, Ma E, Patel A, Howard DJ, Sandhu GS. Estimating the population incidence of adult post-intubation laryngotracheal stenosis. *Clin Otolaryngol* 2007;5: 411-412.
8. Piazza C, Filauro M, Dijkers FG et al. Long-term intubation and high rate of tracheostomy in COVID-19 patients might determine an unprecedented increase of airway stenoses: a call to action from the European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021;278(1):1-7. Doi: 10.1007/s00405-020-06112-6
9. Mattioli F, Fermi M, Ghirelli M et al. Tracheostomy in the COVID-19 pandemic. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2020;277(7):2133-2135. Doi: 10.1007/s00405-020-05982-0.
10. Simonnet A, Chetboun M, Poissy J et al. High prevalence of obesity in severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) requiring invasive mechanical ventilation. *Obesity (Silver Spring)* 2020;28:1195-1199. Doi: 10.1002/oby.22831
11. Anderson C, Sandhu G, Al Yaghchi C. Impact of the COVID-19 Pandemic on Patients With Idiopathic Subglottic Stenosis. *Ear Nose Throat J* 2021;100(2_suppl):122S-130S. Doi: 10.1177/0145561320977467.
12. Stoelben E, Koryllos A, Beckers F, Ludwig C. Benign stenosis of the trachea. *Thorac Surg Clin* 2014;24(1):59-65. Doi: 10.1016/j.thorsurg.2013.09.001.
13. Dalar L, Karasulu L, Abul Y et al. Bronchoscopic treatment in the management of benign tracheal stenosis: choices for simple and complex tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 2016;101:1310-7. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.10.005.
14. Emam W, Mostafa Y, Madkour A et al. Bronchoscopic management as an alternative treatment in non-operable benign tracheal stenosis. *Int J Clin Pract* 2021;75(5):e14058. Doi: 10.1111/ijcp.14058.
15. Freitag L, Darwiche K. Endoscopic treatment of tracheal stenosis. *Thorac Surg Clin* 2014;24(1):27-40. Doi: 10.1016/j.thorsurg.2013.10.003.
16. Cataneo DC, Ximenes AMG, Cataneo AJM. Mitomycin C in the endoscopic treatment of tracheal stenosis: a prospective cohort study. *J Bras Pneumol* 2018;44(6):486-490. Doi: 10.1590/S1806-37562017000000423.
17. Mostafa BE. Endoscopic Management of Tracheal Stenosis. *J Pulmonar Respirat Med* 2011; S3:001. Doi:10.4172/2161-105X.S3-001.
18. Mahafza T, Batarseh S, Bsoul N, Massad E, Qudaisat I, Al-Layla AE. Early vs. late tracheostomy for the ICU patients: experience in a referral hospital. *Saudi J Anaesth* 2012;6(2):152-154. Doi: 10.4103/1658-354X.97029
19. Gervasio CF, Averono G, Robiolio L et al. Tracheal stenosis after tracheostomy for mechanical ventilation in COVID-19 pneumonia - a report of 2 cases from northern Italy. *Am J Case Rep* 2020;21:e926731-1-e926731-5. Doi: 10.12659/AJCR.926731
20. Mattioli F, Marchioni A, Andreani A, Cappiello G, Fermi M, Presutti L. Post-intubation tracheal stenosis in COVID-19 patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021;278(3):847-848. Doi: 10.1007/s00405-020-06394-w
21. Frioui S, Khachnaoui F. Severe tracheal stenosis after prolonged intubation. *Pan Afr Med J* 2017;28: 247.

22. Bertelsen C, Shoffel-Havakuk H, O'Dell K, Johns MM 3rd, Reder LS. Serial In-Office Intralesional Steroid Injections in Airway Stenosis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2018;144(3):203-210. Doi: 10.1001/jamaoto.2017.2800.
23. Piazza C, Filairo M, Dikkers FG et al. Long-term intubation and high rate of tracheostomy in COVID-19 patients might determine an unprecedented increase of airway stenoses: a call to action from the European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021;278(1):1-7. Doi: 10.1007/s00405-020-06112-6.
24. Guven M, Turan F, Eyibilen A, Akbaş A, Erkorkmaz Ü. A comparison of the efficacy of 5-fluorouracil/triamcinolone, carnitine and dexamethasone therapy on wound healing in tracheal injury: potential for preventing tracheal stenosis? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012;269(1):201-6. Doi: 10.1007/s00405-011-1766-9.
25. Gesuele A, Gambazza S, Lazzeri M, Conforti S. CPAP after endoscopic procedures as add-on therapy for the treatment of tracheal stenosis: a case series. *Monaldi Arch Chest Dis* 2019;89(3). Doi: 10.4081/monaldi.2019.1121.