

STÉNOSE SOUS-GLOTTIQUE IDIOPATHIQUE: RAPPORT DE DEUX CAS

IDIOPATHIC SUBGLOTTIC STENOSIS: REPORT OF TWO CASES

S. Mezri^{1,3}, S. Bessioud^{1,3}, H. Askri^{2,3}, K. Akkari^{1,3}

1 Service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale. Hôpital Militaire de Tunis

2 Service d'anesthésie réanimation. Hôpital Militaire de Tunis

3 Faculté de Médecine de Tunis. Université de Tunis El Manar

RÉSUMÉ

La sténose sous-glottique idiopathique est une affection rare, survenant majoritairement chez les femmes jeunes et d'étiologie encore mal élucidée. Nous rapportons deux cas de patientes présentant une dyspnée laryngée aiguë secondaire à une sténose sous-glottique idiopathique. L'exploration clinique et paraclinique a exclu les causes infectieuses, immunologiques et iatrogènes. Le traitement a reposé sur des procédures endoscopiques incluant la dilatation au ballonnet, la vaporisation au laser CO₂ et les injections intralésionnelles de corticoïdes et de 5-fluorouracile. Une patiente a nécessité une incision au laser du muscle constricteur inférieur en raison d'une récurrence. Après un suivi prolongé, l'évolution clinique a été favorable, sans récurrence significative. La prise en charge de cette pathologie repose sur une approche multidisciplinaire, intégrant des traitements endoscopiques et chirurgicaux adaptés à la sévérité de la sténose.

Mots-clés: Sténose, Larynx, Dyspnée, Chirurgie, Traitement

ABSTRACT

Idiopathic subglottic stenosis is a rare condition that primarily affects young women, with an unclear etiology. We report two cases of female patients presenting with acute laryngeal dyspnea due to idiopathic subglottic stenosis. Clinical and paraclinical investigations ruled out infectious, immunological, and iatrogenic causes. Treatment consisted of endoscopic procedures, including balloon dilation, CO₂ laser vaporization, and intralésional injections of corticosteroids and 5-fluorouracil. One patient required a laser incision of the inferior constrictor muscle due to recurrence. After prolonged follow-up, clinical outcomes were favorable, with no significant recurrence. This condition needs a combined approach of endoscopic and surgical treatments based on the severity of the stenosis.

Keywords: Stenosis, Larynx, Dyspnoea, Surgery, Therapy

INTRODUCTION:

La sténose sous-glottique idiopathique est une affection rare caractérisée par un rétrécissement fibreux cicatriciel du cricoïde et de la trachée supérieure sans cause apparente identifiable [1].

Son étiopathogénie reste encore inconnue mais l'atteinte préférentielle de la femme jeune suggère une possible implication hormonale ou auto-immune [2].

Les manifestations sont non spécifiques associant une dyspnée, une toux ou un stridor. Le diagnostic étiologique, nécessite l'élimination des autres étiologies des sténoses notamment immunitaires [3]. Plusieurs approches thérapeutiques sont disponibles essentiellement endoscopiques et chirurgicales. Le traitement dépend de l'étendue et la sévérité des sténoses [4].

Étant donné la complexité et le potentiel de récurrence de cette affection (jusqu'à 76%), une approche multidisciplinaire et rigoureuse avec un suivi prolongé est nécessaire pour une prise en charge optimale [1].

Notre étude ayant pour objectif d'étayer les particularités cliniques, ainsi que la démarche diagnostique et thérapeutique des patients atteints de sténose sous-glottiques idiopathique.

OBSERVATIONS:

• Observation 1:

Il s'agissait d'une patiente âgée de 33 ans, sans antécédents pathologiques notables, qui nous a été transférée par le service des urgences pour une dyspnée laryngée aiguë sévère.

À l'interrogatoire, il s'agissait d'une dyspnée chronique avec des épisodes d'aggravation rythmés par les épisodes infectieux qui n'a jamais été explorée. L'épisode actuel était marqué par une symptomatologie brutale plus marquée associée à une dysphonie faisant suite à un syndrome viral récent.

La patiente a été vaccinée contre le Covid-Sars-2 trois mois avant son admission. Par ailleurs, on n'a pas retrouvé la notion de traumatisme laryngé ou d'intubation endotrachéale ou de trachéotomie ni de



chirurgie ou d'irradiation cervicale ou encore de brûlure thermique et toxique.

A son admission, la patiente était agitée mais consciente et bien orientée. Nous avons noté un stridor la ryngé avec une saturation (SPO2) à l'air ambiant de 90%. Elle était apyrétique avec des constantes hémodynamiques stables.

La biologie initiale n'a pas objectivé de syndrome infectieux. Le prélèvement ainsi que la sérologie Covid étaient négatifs.

La patiente a été mise sous méthylprednisolone (MP) à la dose de 80mg /j et des nébulisations de budésonide (Pulmicort®) toutes les quatre heures.

Dans le cadre de son bilan étiologique, le bilan inflammatoire avec dosage des anticorps anti nucléaires était négatif.

La tomodensitométrie (TDM) cervico-thoracique (figure 1) a objectivé une sténose sous-glottique circonférentielle avec une hypertrophie muqueuse, étendue sur trois centimètres de longueur. Elle a été classée stade II de Cotton (sténose de 70% dans la partie la plus serrée). Le relief cartilagineux est d'aspect normal.



Figure 1: tomodensitométrie laryngée montrant une sténose sous glottique dont la partie la plus serrée fait 6,9 mm (flèche bleue) avec un rétrécissement circonférentiel en rapport avec une hypertrophie muqueuse (étoile)

Une trachéoscopie sous anesthésie générale a mis en évidence une sténose inflammatoire circonférentielle sous glottique à 10 mm du plan glottique étendue sur 25 mm de long restant à presque 70 mm de la carène. La muqueuse était inflammatoire sans lésions focales spécifiques. La mobilité des cordes vocales était conservée.

Des biopsies étagées pratiquées au niveau des cordes vocales, de la muqueuse laryngée et des fosses nasales ainsi que celle des glandes salivaires accessoires sont revenues toutes négatives. Le dosage des anticorps cytoplasmiques antineutrophiles (ANCA) et de l'enzyme de conversion n'a pas objectivé d'anomalies.

Nous avons opté pour une dilatation à l'aide de sonde d'intubation en gonflant le ballonnet à la hauteur de la sténose (N° 5, 6 et 7). Une rémission clinique a été obtenue après une seule séance.

Toutefois, la TDM de contrôle a objectivé une progression de la sténose. Nous avons donc opté, après discussion avec les médecins internistes, pour sa mise sous corticothérapie au long cours (prednisolone à 1mg/kg/jour). La dose a été maintenue pendant deux mois.

Actuellement la patiente est toujours sous prednisolone 5 mg/jour vu la récurrence de la symptomatologie à la tentative de dégression. Après un recul de 36 mois, la patiente garde une légère dyspnée d'effort avec une persistance des lésions radiologiques (figure 2)

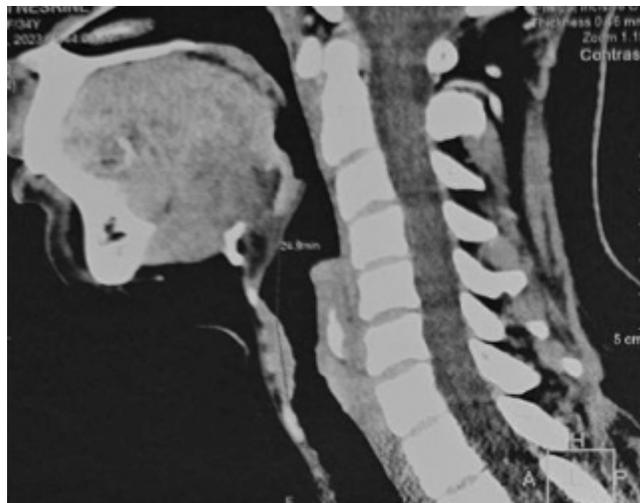


Figure 2: Persistance des lésions muqueuses et de la sténose sous glottique à la tomodensitométrie de contrôle

• Observation 2:

Il s'agissait d'une patiente âgée de 29 ans, sans antécédents pathologiques notables, vaccinée contre le Covid-Sars-2 (3 doses), admise dans notre service pour prise en charge d'une dyspnée laryngée aiguë. L'interrogatoire n'a pas révélé de facteurs de risque y compris une éventuelle infection récente des voies respiratoires.

A l'admission la patiente était agitée, polypnée à 25 cycles par minute avec présence d'une respiration sifflante et un stridor. La SPO2 à l'air ambiant était à 84%. Après une mise sous corticothérapie générale et oxygénothérapie, une trachéotomie sous-isthmique sous anesthésie locale a été décidée.

La TDM cervico thoracique sans injection de produit de contraste (PDC) (figure 3) a montré une sténose sous glottique étendue sur 2 cm avec rétrécissement de la lumière à 60%.

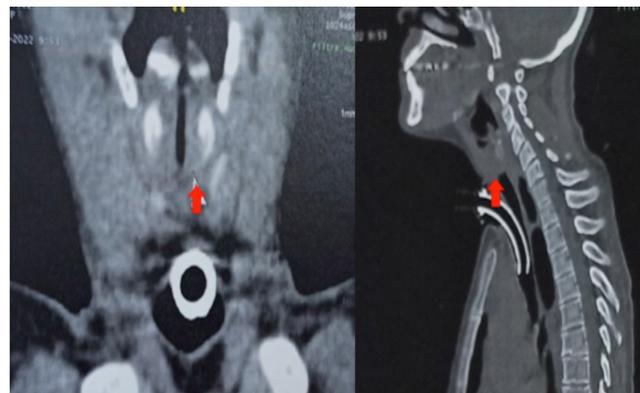


Figure 3: TDM cervico thoracique en coupe coronale et sagittale: montrant une sténose laryngée sous glottique étendue sur 2 cm (flèche rouge) avec rétrécissement évalué à de 60% de la lumière, canule de trachéotomie en place.



La laryngoscopie directe a montré une sténose sous glottique inflammatoire étendue sur deux cm, saignante au contact. La patiente a eu trois séances de dilatation par ballonnet hydrostatiques à un mois d'intervalle et la décanulation a été faite après six mois. Deux mois après, la patiente développe un nouvel épisode dyspnéique ayant nécessité une trachéotomie en urgence.

Dans le cadre de son bilan étiologique, un bilan biologique a été pratiqué comprenant un test Covid revenu négatif. Le bilan inflammatoire et immunologique avec dosage de l'enzyme de conversion et des ANCA n'a pas relevé d'anomalies. La biopsie laryngée (au niveau de la sténose), n'a pas mis en évidence des récepteurs à œstrogènes.

Une dilatation avec vaporisation au laser CO2 étaient pratiquées avec injection de corticoïdes et 5 Fluorouracile en intra lésionnel (deux séances). Devant la récurrence de la sténose, une incision au laser CO2 a été pratiquée (figure 4). La décanulation était faite un mois postopératoire. Après 26 mois, la patiente est en rémission clinique.

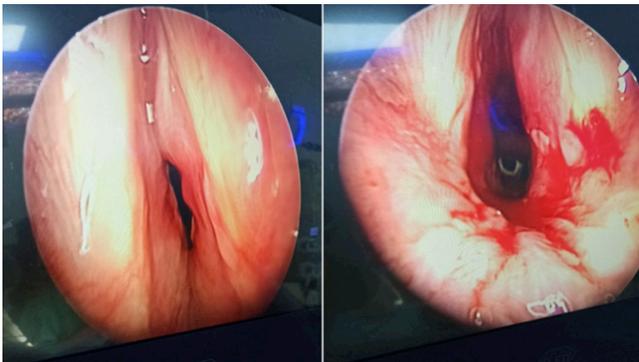


Figure 4: Laryngoscopie directe montrant une sténose sous glottique inflammatoire (a) et aspect après incision au laser (b)

DISCUSSION

Chez l'adulte, plus de la moitié des sténoses laryngotrachéales sont iatrogènes (54,7%) et sont souvent secondaires à une intubation endotrachéale traumatique et/ou prolongée.

Les causes immunitaires et idiopathiques sont plus rares avec un taux ne dépassant pas 18% dans les séries les plus larges [5].

Plusieurs auteurs ont noté la forte prévalence féminine dans les sténoses sous glottiques idiopathiques qui sont atteintes dans près de 72% des cas [5].

L'étiopathogénie reste encore inconnue mais la forte association féminine ainsi que l'âge de prédilection (entre 3ème et 5ème décade) a laissé suggérer que l'œstrogène pourrait jouer un rôle [6]. En effet, certains auteurs ont souligné l'implication du fond hormonal sur la survenue des sténoses idiopathiques. D'autre part, ils ont prouvé que les modifications hormonales liées à la ménopause influenceraient à la fois la sévérité de la sténose et l'expression des récepteurs [7]. Toutefois, il n'a pas été détecté récepteurs d'œstrogènes dans les lésions [8].

Dans une étude rétrospective menée sur 42 échantillons de sténose sous glottique idiopathique et 28 échantillons témoins, il a été démontré une sur-expression des récepteurs à l'œstradiol au niveau de la sténose par rapport aux tissus péri-sténotiques [9]. Les récepteurs endocriniens seraient principalement exprimés par les fibroblastes, les cellules immunes et les cellules endothéliales dans le tissu fibrotique de la sténose.

Ces études suggèrent que l'œstradiol et/ou la progestérone pourrait jouer un rôle dans la pathogenèse de la sténose sous glottique idiopathique en stimulant la déposition de collagène dans les voies aériennes supérieures. Cependant, ces résultats sont encore au stade de recherches.

D'autres études ont suggéré un probable rôle héréditaire comme l'a suggéré une étude canadienne en 2022 ayant révélé des antécédents familiaux de sténose chez trois patients parmi quatre présentant une sténose sous glottiques idiopathiques [10].

La symptomatologie est chronique et peu parlante au début avec une dyspnée d'effort, une difficulté à l'expectoration et/ou une toux expliquant le retard diagnostique et de prise en charge.

Le diagnostic repose sur laryngoscopie directe, l'étendue proximale du rétrécissement commence à une distance variable des cordes vocales et s'étend généralement de 2 à 3 cm, avec une amplitude de 0,5 à 5 cm. Le point de sténose maximale se situe généralement au niveau du cricoïde ou du premier anneau trachéal [11].

Dans le cas de nos patientes, le diagnostic a été posé plusieurs mois après le début de la symptomatologie à l'occasion d'une dyspnée aigue.

Le diagnostic de sténose est posé par l'endoscopie objectivant une sténose circonscrite et courte. La gravité de la sténose est déterminée par laryngoscopie et peut être évaluée en fonction de la longueur, de la localisation et de l'étendue de l'obstruction. La stadification, évalué cliniquement et avec la tomodynamométrie cervico-thoracique a une incidence sur la prise en charge et le pronostic. Plusieurs classifications ont été proposées dont le système de stadification de McCaffrey qui classe les sténoses en fonction de leur longueur et de leur localisation [12].

La biopsie des lésions est utile à la recherche d'une étiologie immunologique souvent suspectée devant une sténose chez une femme jeune sans antécédents pathologiques particulières (traumatisme, iatrogénie, ...). L'étude histopathologique retrouve une fibrose dense de type chéloïde avec des fibroblastes intercalés. L'inflammation est souvent rare avec la visualisation d'un élargissement des petites glandes salivaires et des canaux salivaires est souvent observé. La métaplasie squameuse est souvent observée dans l'épithélium supérieur, une ulcération de l'épithélium peut se produire, avec la formation d'un tissu de granulation. Les anneaux cartilagineux sont généralement normaux d'un point de vue histologique [13].



Outre la biopsie trachéale, le bilan étiologique comprend le dosage des anticorps cytoplasmiques antineutrophiles (ANCA), le taux d'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA), des tests de la fonction pulmonaire [8].

Les épreuves fonctionnelles respiratoires permettent la quantification du retentissement de la sténose, notamment grâce à l'analyse de la courbe débit-volume obtenue sur un cycle inspiration maximale-expiration forcée-inspiration maximal, de plus la courbe débit-volume est une méthode simple et non invasive pour le suivi des sténoses laryngées, et son utilisation systématique pourrait réduire le nombre de tomodynamies et de bronchoscopies [14]

L'enquête l'étiologique était faite chez nos patientes qui est revenue négative d'où on a retenu le diagnostic de sténose sous glottique idiopathique.

Le traitement des sténoses sous glottiques idiopathiques reposait sur deux méthodes ; la voie endoscopique et la voie chirurgicale [4]. Les stratégies de traitement varient considérablement d'un centre à l'autre, et les opportunités de percées thérapeutiques ciblées restent insaisissables. L'amélioration des symptômes reste la ligne directrice dans le traitement de la maladie. La voie endoscopique incluait les dilatations par sonde à ballonnet [12]. La chirurgie comprend à la fois la chirurgie endoscopique (dilatation et excision cunéiforme épargnant la muqueuse) et la chirurgie ouverte, la résection crico-trachéale s'avérant être la modalité de traitement à long terme la plus efficace pour les maladies réfractaires [7,14].

Certains auteurs ont conclu que la chirurgie endoscopique présentait un taux de récurrence significativement plus élevé que l'approche ouverte (25 à 50% de récurrence à court terme) et que la trachéotomie a été évitée chez 97% des patients, quelle que soit l'approche chirurgicale [17,18].

D'autres procédures thérapeutiques ont été proposées tels que l'injection endoscopique de stéroïdes et l'application d'agents chimio thérapeutiques en particulier les éthosomes 5-FU avec de meilleurs résultats quand ils sont associés. Des résultats prometteurs avec réduction des taux de récurrences sont espérés [14,15].

Les corticoïdes sont utilisés du fait de leur action anti-inflammatoire permettant de contrôler, réduire et même prévenir la fibrose sous muqueuse. Ils peuvent être administrés par voie générale à la dose de 1 à 2 mg/kg/jour pendant la période aiguë durant une courte durée. Des pulvérisations de corticoïdes in situ per endoscopique peuvent être envisagées au cours des séances de dilatation [19]. Dans notre premier cas, la patiente a été gardée sous corticothérapie à faible dose et au long cours malgré la négativité du bilan dysimmunitaire devant la récurrence clinique à l'arrêt du traitement et après le consentement de la patiente. L'utilisation d'un laser CO2 à fibre associé à un laryngoscope flexible sur un larynx éveillé pour ouvrir les voies respiratoires laryngées chez les patients

éveillés pourrait être une option lorsque l'anesthésie générale est contre-indiquée, lorsqu'une exposition directe à la raideur du larynx n'est pas possible [17].

Dans notre étude, le traitement de la sténose sous glottique était basé initialement sur les dilatations par sonde à ballonnet avec des séances de vaporisation au laser.

Les résultats post-thérapeutiques sont jugés excellents lorsque la voix et la respiration sont entièrement normales et que les examens radiologiques ou bronchoscopiques montrent un diamètre des voies respiratoires proche de la normale.

Le taux de succès à cinq ans pour les approches endoscopiques des sténoses sous-glottiques isolées était de 87,5% contre 18,7% pour les sténoses concomitantes glottiques et sous-glottiques. Les approches chirurgicales invasives sont moins proposées dans les sténoses sous glottiques isolées idiopathiques. En effet, la sténose sous-glottique idiopathique est une maladie de la lamina propria qui recouvre un cadre laryngotrachéal par ailleurs normal dont la résection peut détruire le mécanisme de contrôle de la hauteur du m. cricothyroïdien. Par conséquent, les patientes risquent de garder une voix altérée une tonalité masculine [4].

Pour pallier ces contraintes, des techniques alternatives plus récentes ont été proposées telle que la « technique de Maddern » qui a été présentée pour la première fois en 2016. Elle consiste en une résection complète de la muqueuse pathologique par voie endoscopique mini-invasive à l'aide d'incisions laser et d'un microdébrideur jusqu'au péri-chondre du cricoïde et le 1er anneau trachéal [21] de telle façon que le calibre de la partie sténosée soit le même que la trachée saine sous-jacente. Puis une greffe de peau mince est placée autour d'un stent endoluminal calibré au diamètre de la sous-glotte. La mise du système se fait sous contrôle endoscopique et fixé par des points de suture. Le stent peut être retiré après deux semaines. Des dilatations au ballonnet peuvent être associées [21]. Les résultats sont encore en cours d'évaluation. Elles sont toutefois encourageantes avec une amélioration des symptômes meilleure que les techniques endoscopiques avec une préservation de la qualité de la voix et de moindres complications que les procédures chirurgicales [22]. La technique « REACHER » repose sur le même principe et consiste en une ouverture chirurgicale mini-invasive entre le c. cricoïde et le 1er anneau trachéal avec résection de la muqueuse pathologique en regard avec une mise d'une greffe de peau mince. Toutefois, nous n'avons pas trouvé d'études publiées sur la technique [21].

L'échec avec la récurrence des épisodes dyspnéiques peut indiquer la mise d'une trachéotomie ou la pose d'un tube en T de façon permanente [13].



CONCLUSION

La sténose sous glottique idiopathique est une maladie rare dont le diagnostic positif nécessite l'élimination des autres pathologies notamment dysimmunitaires. Actuellement, les procédures endoscopiques, rapides avec des complications minimales, représentent une bonne alternative de première intention. La chirurgie ouverte est réservée aux cas complexes et récidivantes. La qualité de la voix suscite une attention particulière vue le profil des patients.

Conflits d'intérêt:

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt en rapport avec ce travail.

Considérations éthiques: L'accord du comité local de protection des personnes (CLPP) de l'hôpital a été obtenu. Un consentement écrit pour la publication a été signé par les deux patientes. L'anonymat et la protection des données personnelles ont été respectés durant toutes les étapes de ce travail.

REFERENCES:

1. Catano J, Uzunhan Y, Paule R, Dion J, Régent A, Legendre P, et al. Spectre étiologique des sténoses sous-glottiques dans les maladies dysimmunitaires. *La Revue de Médecine Interne* 2020;41.
2. Aziz J, Murthy R. Idiopathic tracheal stenosis and hormone receptors. *J Thorac Dis.* 2023 Aug 31;15(8):4146-4147. doi: 10.21037/jtd-23-888. Epub 2023 Jul 28. PMID: 37691670; PMCID: PMC10482623.
3. Maldonado F, Loïselle A, Depew ZS, Edell ES, Ekbohm DC, Malinchoc M, et al. Idiopathic subglottic stenosis: an evolving therapeutic algorithm. *Laryngoscope.* 2014 Feb;124(2):498-503. doi: 10.1002/lary.24287. Epub 2013 Aug 8. PMID: 23818139.
4. Nouraei SA, Sandhu GS. Outcome of a multimodality approach to the management of idiopathic subglottic stenosis. *Laryngoscope.* 2013 Oct;123(10):2474-84. doi: 10.1002/lary.23949. Epub 2013 Aug 5. PMID: 23918219
5. Bourinet V, Thiam K, Guinde J, Laroumagne S, Dutau H, Astoul P. Sténoses laryngotrachéales bénignes de l'adulte: place des prothèses transcordales. Expérience préliminaire. *Revue des Maladies Respiratoires.* 2019 ;36(1).
6. Ashiku SK, Kuzucu A, Grillo HC, Wright CD, Wain JC, Lo B, et al. Idiopathic laryngotracheal stenosis: effective definitive treatment with laryngotracheal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004
7. Fiz I, Bittar Z, Piazza C, Koelmel JC, Gatto F, Ferone D, et al. Hormone receptors analysis in idiopathic progressive subglottic stenosis. *Laryngoscope.* 2018 Feb;128(2):E72-E77.
8. Aravena C, Almeida FA, Mukhopadhyay S, Ghosh S, Lorenz RR, Murthy SC, et al. Idiopathic subglottic stenosis: a review. *J Thorac Dis.* 2020 Mar;12(3):1100-1111.
9. Axtell AL, Mathisen DJ. Idiopathic subglottic stenosis: techniques and results. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018 Mar;7(2):299-305
10. Holmes C, Aravintan K, Murphy RA, Gore-Hickman R, Nair SP, Sharma AR. Idiopathic subglottic stenosis in Saskatchewan Hutterite population. *J Laryngol Otol.* 2022 Jun;136(6):554-558
11. Costantino CL, Mathisen DJ. Idiopathic laryngotracheal stenosis. *J Thorac Dis.* 2016 Mar;8(Suppl 2):S204-9.
12. Filairo M, Missale F, Missale F, Frank Rikki C, Peretti G. Endoscopic Preoperative Assessment, Classification of Stenosis, Decision-Making. *Frontiers in Pediatrics* 2020;7:532.
13. Grillo HC, Mark EJ, Mathisen DJ, Wain JC. Idiopathic laryngotracheal stenosis and its management. *The Annals of Thoracic Surgery* 1993;56:80-7.
14. Fiorelli A, Poggi C, Ardò NP, Messina G, Andreotti C, Venuta F, et al. Flow-Volume Curve Analysis for Predicting Recurrence After Endoscopic Dilatation of Airway Stenosis. *Ann Thorac Surg.* 2019 Jul;108(1):203-210.
15. Ashiku SK, Kuzucu A, Grillo HC, Wright CD, Wain JC, Lo B, et al. Idiopathic laryngotracheal stenosis: effective definitive treatment with laryngotracheal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004 Jan;127(1):99-107.
16. Menapace DC, Modest MC, Ekbohm DC, Moore EJ, Edell ES, Kasperbauer JL. Idiopathic Subglottic Stenosis: Long-Term Outcomes of Open Surgical Techniques. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 May;156(5):906-911.
17. Jiam NT, Dwyer CD, Rosen CA. Awake Laser Laryngeal Stenosis Surgery. *Laryngoscope.* 2021 May;131(5):E1633-E1637.
18. Gelbard A, Donovan DT, Ongkasuwan J, Nouraei SA, Sandhu G, Benninger MS, et al. Disease homogeneity and treatment heterogeneity in idiopathic subglottic stenosis. *Laryngoscope.* 2016 Jun;126(6):1390-6.
19. Menapace DC, Ekbohm DC, Larson DP, Lalich IJ, Edell ES, Kasperbauer JL. Evaluating the Association of Clinical Factors With Symptomatic Recurrence of Idiopathic Subglottic Stenosis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019 Jun 1;145(6):524-529
20. Ben Bouzid MA, El Alamaï MN, Edghiri H, Jazouli N, Kzadri M. La corticothérapie en ORL. *Médecine du Maghreb.* 1997 ;61.
21. Daniero JJ, Ekbohm DC, Gelbard A, Akst LM, Hillel AT. Inaugural Symposium on Advanced Surgical Techniques in Adult Airway Reconstruction: Proceedings of the North American Airway Collaborative (NoAAC). *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Jun 1;143(6):609-13.
22. Davis RJ, Lina I, Motz K, Gelbard A, Lorenz RR, Sandhu GS, et al. Endoscopic Resection and Mucosal Reconstitution With Epidermal Grafting: A Pilot Study in Idiopathic Subglottic Stenosis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022 May;166(5):917-26. doi: 10.1177/01945998211028163. Epub 2021 Jul 13. PMID: 34253069; PMCID: PMC8755844.