

Le développement de la chirurgie minimale invasive des cancers du larynx au laser et au robot

The Development of Minimum Invasive Laser and Robot Larynx Cancer Surgery

Stéphane Hans

Service d'ORL et de CCF - Hôpital Foch - 40, rue Worth 92150 Suresnes.

Résumé

La chirurgie minimale invasive des cancers du larynx a été introduite dans les années 1970 avec le Laser CO₂. Initialement décrite par des auteurs américains, cette technique réalisée par voie transorale endoscopique a ensuite été développée et codifiée par des auteurs européens et américains. Elle permet de réaliser des résections des cancers des cordes vocales (cordectomies) et du larynx supraglottique (laryngectomies supraglottiques) avec des résultats oncologiques comparables à ceux obtenus par laryngectomies partielles par voie externe et de meilleurs résultats en termes de réhabilitation fonctionnelle et de qualité de vie. L'utilisation du robot da Vinci (Intuitive Surgical©) en oncologie ORL permet de réaliser des interventions minimales invasives notamment sur le larynx supraglottique. Initialement décrite par des auteurs américains, les auteurs européens ont rapporté les séries les plus importantes de laryngectomies supraglottiques assistées par robot. Plusieurs études publiées chez des patients sélectionnés ont montré des résultats oncologiques au moins équivalents à ceux des voies chirurgicales ouvertes ou aux protocoles de radio-chimiothérapie avec des suites fonctionnelles plus simples (moins de trachéotomies et une durée d'hospitalisation plus courte), une réhabilitation de la déglutition plus rapide et une qualité de vie nettement améliorée.

Mots clés

- ◆ Cancer du larynx
- ◆ Chirurgie minimale invasive
- ◆ Laser
- ◆ Chirurgie robotique

Abstract

Minimal invasive laryngeal cancer surgery was introduced in the 1970s with the CO₂ Laser. Initially described by American authors, this technique carried out by the endoscopic transoral was then developed and codified by European and American authors. It allows resections of vocal cord cancers (cordectomy) and supraglottic larynx (supraglottic laryngectomy) to be performed with oncological results comparable to those obtained by partial laryngectomy by external approach and better results in terms of functional outcomes and quality of life. The use of the da Vinci robot (Intuitive Surgical ©) in Head & Neck cancer allows minimal invasive surgeries, particularly on the supraglottic larynx. Originally described by American authors, European authors reported the most important series of robot-assisted supraglottic laryngectomy. Several studies published in selected patients have shown oncological results at least equivalent to those of open surgical or to radio-chemotherapy protocols with better functional outcomes (fewer tracheotomies and shorter hospital stay), faster rehabilitation swallowing and a significantly improved quality of life.

Keywords

- ◆ Laryngeal Cancer
- ◆ Minimal invasive surgery
- ◆ Laser
- ◆ Robotic surgery

Correspondance

Pr Stéphane Hans

Chef du service d'ORL et de CCF - Hôpital Foch - 40, rue Worth 92150 Suresnes. Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (Paris Saclay), Laboratoire de Phonétique et de Phonologie CNRS-UMR 7018.

E-mail : s.hans@hopital-foch.com

Liste des abréviations

CMIL : chirurgie minimale invasive au Laser
CHEP : crico-hyoïdo-épiglottopexie
Tis : carcinome in situ
CA : commissure antérieure
CTAR : chirurgie transorale assistée par robot

Introduction

Le larynx est un organe sphinctérien complexe dont le premier rôle est d'assurer la respiration tout en assurant la déglutition sans fausse route. Le développement de la phylogénèse a permis à l'homme d'utiliser le larynx pour créer la voix. Ainsi, toute intervention chirurgicale peut compromettre l'une des trois fonctions physiologiques du larynx.

À partir du XVIII^{ème} siècle ont été décrites les premières laryngectomies partielles par voie externe et c'est au XX^{ème} siècle que, notamment des auteurs français ont codifiés ces interventions chirurgicales et leurs indications (1, 2). Ces interventions chirurgicales délicates qui permettent pour des patients et des tumeurs sélectionnés de ne pas réaliser de laryngectomie totale ont cependant certaines limites. Elles nécessitent la réalisation d'une trachéotomie transitoire, la mise en place d'une sonde naso-gastrique et des durées d'hospitalisation d'une durée moyenne de trois semaines. Des séquelles fonctionnelles (troubles de la déglutition, de la respiration, de la voix et de la parole) mais également esthétiques (cicatrices cervicales visibles) sont fréquentes.

Le développement de la chirurgie endoscopique au Laser CO₂ puis assistée par robot a permis d'obtenir des résultats identiques à ceux de la chirurgie par voie externe dans les cancers de stade précoce et intermédiaire du larynx. De plus, ces techniques minimales invasives ont de meilleurs résultats fonctionnels, une réhabilitation de la déglutition plus rapide, des durées d'hospitalisation plus courte et améliorent nettement la qualité de vie des patients. Depuis la publication du Professeur Daniel Brasnu en 2010 (3) dans les E-Mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, nous allons montrer le développement très important de la chirurgie minimale invasive dans la prise en charge des cancers du larynx depuis 10 ans.

Chirurgie minimale invasive au laser CO₂

Historique

La mise au point de la laryngoscopie directe par Kilian (1898) et par Chevalier Jackson (1907) aux Etats-Unis, suivi par la description de l'utilisation du microscope sous laryngoscopie en suspension décrite par Kleinssasser (1968) en Allemagne, et plus récemment par l'apparition des optiques grossissantes couplées à la vidéo ont permis le développement de cette chirurgie (3). Mais c'est l'utilisation du Laser CO₂ qui a révolutionné les techniques endoscopiques laryngées. À partir des travaux d'Einstein, Maiman a développé les premiers Laser et leurs applications médicales (3). En 1970, Strong et Jako aux Etats-Unis rapportaient les premiers cas de microchirurgie laryngée au laser CO₂ (4). Les mêmes auteurs publiaient en 1975 la première série de cancers du larynx traités par voie endoscopique au laser (5). La chirurgie par voie endoscopique au laser des cancers du larynx s'est ensuite développée à partir des années 1980 sous l'impulsion de plusieurs auteurs surtout européens (6-9) et américains (10, 11). En France, le Professeur Charles Frèche a été le premier au cours des années 1980 à introduire l'utilisation du Laser pour traiter des cancers de stade précoce des cordes vocales (12). Eckel (1992) et Steiner (1993) sont les premiers auteurs à montrer que cette chirurgie pouvait être utilisée pour des carcinomes plus étendus et non limités au bord libre de la corde vocale. Ils ont créé le concept actuel de chirurgie transorale au Laser (Transoral Laser Microsurgery, TLM) dans le traitement du cancer du larynx (6, 7).

Concepts et indications

Contrairement aux procédures chirurgicales ouvertes où la résection est réglée, la chirurgie minimale invasive au laser (CMIL) est basée sur les extensions de la tumeur, en ne réséquant que les tissus et structures impliqués avec des marges de résection étroites. Cela permet d'épargner d'avantage les structures voisines et d'améliorer les résultats fonctionnels. En d'autres termes, l'exérèse des laryngectomies partielles par voie externe est très codifiée et prédéfinie. Ainsi une laryngectomie supracricoidienne avec reconstruction par CHEP consiste en l'ablation de l'ensemble de la région glottique du larynx, les deux cordes vocales et le cartilage thyroïde. La résection se fait en monobloc et la reconstruction laryngée est réalisée dans le même temps opératoire. La CMIL est très différente, il s'agit d'une chirurgie « à la carte ». Il n'y a pas de reconstruction associée dans le même temps opératoire, la cicatrisation se fait spontanément par épithélialisation progressive. L'exposition du larynx doit être de bonne qualité pour réaliser une exérèse complète sous contrôle de la vue. Nous avons récemment montré qu'en utilisant un certain nombre de points techniques il est possible d'optimiser l'exposition du plan glottique. Dans notre série de 148 patients atteints d'un carcinome épidermoïde glottique de stade précoce (carcinome in situ ou Tis, T1 et T2), la voie endoscopique a pu être réalisée chez 141 patients (95,3%) et seul sept patients ont été traités par laryngectomie partielle par voie externe (13).

En 2000, la société européenne de laryngologie (ELS) a publié une classification des différentes cordectomies (14) puis a décrit la cordectomie de type VI (15). Une classification des laryngectomies supraglottiques a été proposée par l'ELS en 2009 (16).

La majorité des chirurgiens utilisent le laser CO₂ pour la CMIL. Sa longueur d'onde (10 600 nm) est absorbée par l'eau, ce qui permet à la fois les modes de coupe et d'ablation. Les vaisseaux de moins de 0,5 mm sont coagulés sans risque de saignement. Avec l'amélioration des aspects techniques tels que les scanners et la délivrance pulsée du faisceau laser, les effets indésirables sur les tissus ont été réduits et la précision augmentée au cours des dernières décennies.

On observe depuis 2000, un développement très important de la CMIL pour cinq raisons : i/ C'est un traitement très efficace sur le plan oncologique. Ainsi Ambrosch et Fazel ont montré sur des séries de plus de 100 patients que le contrôle local à cinq ans et le taux de préservation laryngée pour des tumeurs classées Tis-T2 étaient meilleurs par CMIL que par radiothérapie (17). De même, une méta-analyse de 2019 a conclu que la CMIL est un traitement qui offre de meilleurs résultats que la radiothérapie en termes de survie globale, de survie spécifique à la maladie et de préservation du larynx (18). Une étude a comparé la chirurgie conservatrice par voie externe à la chirurgie par voie endoscopique au laser sur une cohorte de 438 cancers glottiques ; les résultats oncologiques sont identiques entre les deux techniques avec une morbidité postopératoire réduite après chirurgie endoscopique au laser (19). ii/ La CMIL permet d'obtenir une meilleure qualité de vie pour les patients à court et long terme par rapport à la chirurgie par voie externe et à la radiothérapie (20). iii/ Le traitement par CMIL est moins onéreux sur le plan médico-économique que la radiothérapie ou que la chirurgie partielle par voie externe. Ainsi une équipe espagnole a montré en 2013, que le traitement par CMIL était de 2200 euros, par

radiothérapie de 4800 euros et par chirurgie par voie externe de 13000 euros (21). iv/ L'intérêt de traiter en première intention par CMIL permet de garder ouvertes toutes les options thérapeutiques en cas d'échec ou de localisation métachrone : par Laser quand c'est possible, la chirurgie par voie externe ou la radiothérapie. v/ Enfin, plusieurs études ont montré que les patients préfèrent être traités par CMIL car le traitement est plus court et toutes les options thérapeutiques restent possibles en cas d'échec. Une étude récente aux Pays-Bas a montré que sur une série de 175 patients informés par le chirurgien et le radiothérapeute des modalités du traitement, 96% des patients ont préféré être traités par CMIL et seul sept patients (4%) ont choisi la radiothérapie (22). Alors même que dans ce pays les recommandations sont plus favorables à la radiothérapie.

Selon nous les indications de la CMIL actuellement sont les cancers classés Tis (carcinome in situ), T1 et T2 du plan glottique et les T1, T2 et certains T3 au niveau du larynx supraglottique. Certaines équipes traitent les cancers du larynx classés T3 voire T4 par CMIL (23) mais les effets négatifs de résections importantes sur la qualité fonctionnelle du sphincter laryngé au niveau de la voix et de la déglutition (risque de gastrostomie définitive), nous font préférer les protocoles de radiochimiothérapie dits de « préservation d'organe ».

Résultats carcinologiques

Depuis les premières publications (6-11), de nombreux rapports comprenant plus de 100 patients ont rapportés d'excellents résultats oncologiques (24). Par contre, les études avec moins de 20 patients ont montré des résultats moins satisfaisants (24). Comme pour toute chirurgie, la courbe d'apprentissage est fondamentale. Mais encore plus pour cette technique, car en chirurgie par voie externe le chirurgien senior peut corriger facilement le geste d'un chirurgien moins expérimenté. Alors qu'en CMIL, seul le chirurgien regardant dans le microscope visualise précisément les extensions de la tumeur, et manipule le Laser pour décider de la résection appropriée. Il est important de souligner que la courbe d'apprentissage de la CMIL est longue et que son apprentissage et son enseignement sont difficiles.

Tous les auteurs s'accordent à dire que la CMIL permet d'obtenir des résultats identiques à ceux obtenus par la chirurgie par voie externe et meilleurs que ceux obtenus par radiothérapie (24). Le contrôle local est de plus de 90% pour les cancers glottiques et le taux de préservation laryngée de plus de 95% sur des cohortes de plus de 100 patients (3).

Pour les cancers supraglottiques, le contrôle local varie de 79 à 100 % pour les cancers classés T1, de 67 à 100 % pour les T2 et T3 sur des cohortes comportant entre 50 et 300 patients (3). En 2013, Canis a rapporté une étude monocentrique comprenant 277 patients traités d'un cancer supraglottique classé T1-T4 par CMIL. Le suivi médian était de 65 mois. Le taux de contrôle local à 5 ans était de 85% pour pT1 / pT2, 82% pour pT3 et 76% pour pT4. Les taux de survie globale à 5 ans, sans récurrence et spécifique à la maladie pour les stades I et II étaient de 76, 81 et 92%, et pour les stades III et IVa de 59, 65 et 81% (25).

Résultats fonctionnels

La CMIL permet d'obtenir des suites opératoires plus simples qu'après chirurgie par voie externe, avec une réduction de la durée d'hospitalisation et de meilleurs résultats fonctionnels.

Après une cordectomie par voie endoscopique au laser, l'hospitalisation peut se faire en ambulatoire. Comme nous l'avons montré, il n'y a pas de trachéotomie ni de sonde d'alimentation. La déglutition et la phonation sont reprises le jour même de l'intervention (26). Après une laryngectomie supraglottique au laser, il n'y a pas de trachéotomie transitoire en l'absence de complication. La reprise de la déglutition peut être immédiate chez certains patients ou avoir lieu après une alimentation par sonde nasogastrique pendant 5 à 10 jours (3). La durée d'alimentation par sonde nasogastrique après une laryngectomie supraglottique au laser est significativement inférieure à celle après une laryngectomie supraglottique par voie externe (9,53 jours contre 16,95 jours) (3). En 2018, Ambrosch et al ont rapporté dans une série de 91 patients traités par CMIL pour des cancers supraglottiques classés T1-T4, qu'il n'y avait eu aucune trachéotomie définitive et seulement 3 patients avaient eu une gastrostomie d'alimentation temporaire (27).

Données actuelles

En 2021, trois questions restent débattues dans la littérature au sujet de la CMIL : la résection de la commissure antérieure du plan glottique, les limites de résection des pièces opératoires et la qualité de la voix après CMIL.

La commissure antérieure

L'atteinte de la commissure antérieure (CA) a souvent été considérée comme un facteur de risque de récurrence en raison de l'anatomie particulière de cette région. Dans le passé, certaines études ont montré qu'il s'agissait d'un facteur de risque de récurrence de la maladie et d'autres pas (24). Plusieurs études récentes ont étudié spécifiquement la commissure antérieure. Ainsi, dans une étude de 2009 publiée par Rödel (463 T1 - T2), l'analyse a montré que l'implication de la CA était associée à une diminution du contrôle local dans les tumeurs T1a et T1b mais pas dans les T2 bien que la survie n'ait pas été affectée (28). À l'inverse, Hakeem a trouvé un contrôle local significativement plus faible chez les patients T2 avec atteinte de la CA mais pas dans T1a ou T1b, bien qu'il y ait eu une tendance à un contrôle local plus faible dans les tumeurs T1b dans son étude de 296 patients T1 - T2 (29). Notre étude comprenant 201 patients atteints de carcinomes glottiques classés Tis-T2 (30) a mis en évidence que les patients avec une atteinte de la CA avaient un contrôle local, un taux de préservation du larynx et une survie spécifique à la maladie plus faibles mais une survie globale identique à ceux sans atteinte de la CA. Nous avons également montré qu'il était important de différencier les tumeurs de la corde vocale s'étendant vers la CA (développement horizontal) et les tumeurs de la CA (développement vertical). Ainsi ces dernières tumeurs peuvent s'étendre vers le haut dans l'espace pré-épiglottique et vers le bas dans la région sous glottique, région non accessible au Laser. Ainsi pour ces tumeurs de la CA, il faut réaliser un scanner du larynx et optimiser la résection de la CA en réséquant d'abord le pied de l'épiglotte ce qui permet de trouver le contact avec le cartilage thyroïde. Une expérience chirurgicale importante est nécessaire pour traiter ce type de tumeur de la CA et Blanch a montré que la récurrence après CMIL de la CA était significativement liée à la courbe d'apprentissage du chirurgien (31).

Les limites de résection

Dans la CMIL des carcinomes du plan glottique, il est généralement admis qu'une proportion élevée de patients avec des marges positives ne développera pas de récurrence, et la relation entre le statut de la marge de résection et le taux de rechute n'est pas encore clairement défini (24). La difficulté à évaluer les pièces opératoires est un problème récurrent dans la CMIL en raison de la petite taille des échantillons dont les marges sont compromises par la carbonisation, la rétraction et les problèmes d'orientation des pièces opératoires dans les trois dimensions. Les auteurs diffèrent dans la gestion des marges positives ou « limites ». Trois attitudes sont rapportées dans la littérature : i/ ré-intervention par CMIL et/ou radiothérapie, ii/ « second look » ou refaire une endoscopie de contrôle 6 à 8 semaines après la CMIL pour observer le site opératoire au microscope et décider d'un nouveau geste au Laser ou non, iii/ « wait and see », consistant à suivre en consultation selon deux critères : la dégradation de la voix et la modification de la muqueuse analysée par examen fibroscopique. Dans plusieurs articles nous avons rapporté que l'état des marges n'avait pas de conséquence péjorative sur les différents critères carcinologiques à cinq ans (survie globale, survie sans maladie, taux de préservation laryngée) (13, 26, 30). Ici encore, nous voyons l'importance de la courbe d'apprentissage et de l'expérience du chirurgien. Cependant, en 2014, les recommandations de l'European Laryngological Society sur le suivi après traitement du cancer du larynx soutiennent qu'une endoscopie de « second look » doit être réalisée si les marges sont positives (32). Actuellement, dans notre pratique, nous réalisons systématiquement un « second look » s'il s'agit d'une tumeur classée T2 ou si le chirurgien a un doute sur la qualité de résection, surtout vrai pour les plus jeunes de notre équipe. Une étude de 2019 sur la National Cancer Data Base, a examiné le taux de survie globale des patients avec des marges tumorales positives par rapport à ceux avec des marges négatives après CMIL pour des cancers glottiques classés T1-2. Sur 747 patients traités entre 2004 et 2013, répondant aux critères d'inclusion, 598 (80,1%) avaient des marges négatives. Le temps de suivi médian était de 48 mois. La survie globale à cinq ans pour le groupe avec des marges positives était inférieure à celle du groupe avec des marges négatives, mais la différence n'était pas statistiquement significative ($p = 0,265$). Une analyse multivariée a confirmé que les marges positives n'avaient pas d'impact négatif sur la survie globale des patients (33).

La voix après CMIL

De nombreuses études ont démontré que la qualité de la voix après CMIL était liée à l'étendue de la résection (24). Le consensus général dans la littérature, ainsi que dans notre propre expérience, est que les cordectomies de type I-III permettent d'obtenir des voix très acceptables avec un handicap peu important rapporté par les patients (24). Par contre, les cordectomies plus larges de type IV-VI avec une résection plus importante du muscle vocal et/ou de la commissure antérieure entraînent des formes plus sévères de dysphonie. Pour améliorer la voix, il est possible de proposer au patient une injection de graisse autologue dans la corde vocale opérée afin de la médialiser. Dans une étude menée sur 55 patients atteints de cancer des cordes vocales classés Tis-T2, nous avons mis en évidence que le Voice Handicap Index (échelle d'auto-évaluation de la qualité de la voix par les patients) s'améliorait significativement à trois mois et à six mois post-opératoires, et cela même pour des cordectomies de type IV-VI (34). Plus récemment, dans une étude comprenant 130 patients avec 75 cordectomies de types I-III et 55 de types IV-VI, nous avons montré que les paramètres subjectifs et objectifs continuaient de s'améliorer entre le 6ème mois et le douzième mois post-opératoire. Selon nous, les paramètres subjectifs et objectifs de qualité vocale sont utiles pour le suivi et démontrent qu'il existe des schémas évolutifs différents en fonction du type de cordectomie réalisée (35).

Chirurgie minimale invasive au robot

Historique

En 2005, la première application du robot en chirurgie laryngée a été décrite par McLeod (36) puis conceptualisée et développée aux Etats-Unis par Weinstein et O'Malley sous le terme de chirurgie transorale assistée par robot (37) notamment en cancérologie ORL.

Concepts et indications

L'application de la chirurgie transorale assistée par robot (CTAR) dans le traitement des cancers ORL permet de réaliser des interventions minimales invasives. Selon nous, l'intérêt du robot *da Vinci*® (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA), système maître-esclave, en cancérologie ORL, est double : il permet une vision en 3D HD avec un grossissement $\times 12$ et les instruments du robot permettent de réaliser des gestes complexes dans les trois plans de l'espace (7 degrés de liberté, rotation à 360°), ce que l'entreprise Intuitive Surgical® nomme "Endowrist". Cela permet notamment de faire des points de suture ce qui n'est pas possible avec la CMIL. Les inconvénients de la chirurgie robotique sont l'absence de tarification à l'activité (T2A) et de prise en charge par la classification commune des actes médicaux (CCAM) d'une part, et l'absence de retour de force d'autre part. Néanmoins, l'expérience de l'opérateur et l'excellente vision en 3D rendent ce dernier point négligeable. Selon nous, le principal inconvénient est le monopole d'Intuitive Surgical®, entreprise américaine, qui continue de racheter les brevets sur cette thématique. Elle a vendu plus de 6000 robots dans le monde. Le développement de cette entreprise est surtout orienté vers l'urologie, la gynécologie et la chirurgie digestive. L'ORL ne représente que 3% du marché. Ainsi, le type et la taille des instruments ne sont pas toujours adaptés à la chirurgie ORL.

En 2009, la Food and Drug Administration a approuvé la CTAR en cancérologie ORL pour les tumeurs classées T1 ou T2 de la cavité buccale, de l'oropharynx et du larynx, ainsi que pour les tumeurs bénignes de même localisation. Néanmoins, certains patients sélectionnés peuvent bénéficier d'un traitement par CTAR malgré des tumeurs classées T3, voire T4a, comme nous l'avons montré (38-40).

Depuis 2009, j'ai opéré plus de 350 patients en utilisant ce type de chirurgie. Il s'agit de la plus grande série française et de l'une des plus importantes en Europe. Nos travaux ont porté sur la faisabilité de cette technique en cancérologie ORL inhérente à l'exposition et de la possibilité de résection des tumeurs. Nous avons exposé notre courbe d'apprentissage et nos résultats cancérologiques et fonctionnels dans les E-Mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie (38-40). Selon moi, les deux principales indications de la CTAR sont les tumeurs bénignes et malignes de l'oropharynx et du larynx supraglottique. Il

est en effet nécessaire d'avoir un espace suffisant pour pouvoir manier librement les instruments pour réséquer une tumeur ou faire des points de suture. Et l'espace disponible au niveau de l'oropharynx et du larynx supraglottique est parfaitement adapté à cette technique. Dans les cancers du larynx, la CTAR a été utilisée pour réaliser des laryngectomies supraglottiques, mais aussi des cordectomies et des laryngectomies totales.

Laryngectomies supraglottiques assistées par robot

La laryngectomie supraglottique représente la grande majorité des interventions chirurgicales robotiques transorales publiées concernant le cancer du larynx. Nous avons réalisé en 2020 une revue systématique de la littérature (41). Un total de 14 articles répondait aux critères d'inclusion comprenant 422 patients (335 hommes et 87 femmes). Les indications étaient les cancers supraglottiques classés cT1 (35,8%) et cT2 (48,6%), et certains cancers sélectionnés classés cT3 (13,9%).

Au niveau des résultats carcinologiques, dans la littérature, le taux de résection complète avec des marges saines était compris entre 60 et 100% dans des séries comprenant au moins 10 patients. Les taux de radiothérapie postopératoire allaient de 40 à 70%. Dans notre revue systématique, les taux de contrôle locaux et régionaux sur 24 mois variaient respectivement de 94,3% à 100% et de 87,5% à 94,0%. Les taux de survie globale à deux ans et à cinq ans variaient respectivement de 66,7% à 88,0% et de 78,7% à 80,2% (41). Dans notre série de 75 patients, la survie globale et la survie sans maladie à 5 ans étaient respectivement de 80,2% et 94,3%. 34,6% des patients ont reçu un traitement complémentaire par radiothérapie (42).

Au niveau des résultats fonctionnels, dans la plus grande série publiée à ce jour, 24 patients sur 84 (28,5%) ont nécessité une trachéotomie per ou post-opératoire (43). Seule 1 trachéotomie sur 84 patients a été définitive. La gestion de la reprise alimentaire postopératoire varie selon les auteurs ; certains auteurs ont publié une alimentation orale dès le premier jour (41). Cependant, la période postopératoire était généralement assistée par une alimentation par sonde nasogastrique et pour la plupart des auteurs la reprise de l'alimentation orale a eu lieu à 7 à 10 jours en moyenne. Dans notre revue systématique, une sonde d'alimentation et une gastrostomie endoscopique percutanée ont été utilisées chez 62,5% et 8,82% des patients, respectivement.

Dans notre série, 92% des patients ont repris un régime oral dans les 24 à 48 heures suivant la chirurgie. Une trachéotomie transitoire a été réalisée chez 8% des patients. Des hémorragies postopératoires sont survenues chez 12 patients (16,0%), allongeant la durée de séjour à l'hôpital. La durée moyenne de séjour était de 6,8 jours (4-28 jours) (42).

Au total, l'analyse des études menées chez des patients sélectionnés atteints de cancer supraglottique ont montré des résultats oncologiques au moins équivalents à ceux des voies chirurgicales ouvertes ou aux protocoles de radio-chimiothérapie, avec des suites fonctionnelles plus simples (moins de trachéotomies et une durée d'hospitalisation plus courte) et une qualité de vie nettement améliorée. En pratique, la majorité des patients commencent à manger (lacté froid comme pour les amygdalectomies conventionnelles) le lendemain de l'intervention et la durée d'hospitalisation est en moyenne de 6 jours (de 4 à 10 jours). La même intervention réalisée par voie externe (chirurgie conventionnelle) nécessite la mise en place d'une trachéotomie transitoire (en moyenne 1 semaine), une sonde naso-gastrique (en moyenne 2 semaines) et des durées d'hospitalisation de 3 à 4 semaines. Dans les cancers du larynx supraglottique, selon nous, le robot permet une exposition optimisée avec des durées opératoires plus rapides que la chirurgie transorale au Laser.

Cordectomies assistées par robot

Comme nous l'avons expliqué ci-dessus, la chirurgie transorale au Laser CO2 (CMIL) est établie comme une norme de soins pour la chirurgie minimale invasive des cancers glottiques de stade précoce (Tis-T2). Cependant, une exposition adéquate du larynx glottique est parfois une limite sérieuse de la CMIL chez un petit nombre de patients présentant des cancers à un stade précoce, malgré de nombreuses améliorations apportées à la procédure par des équipes expérimentées (13). Raison pour laquelle, quelques équipes dans le monde ont tenté de réaliser des cordectomies assistées par robot.

La faisabilité de la CTAR en chirurgie glottique a été démontrée pour la première fois par O'Malley et al. en 2006 dans un modèle canin (44). Depuis, plusieurs équipes (45-50) ont publié des résultats sur des séries comprenant peu de patients (1 à 18) atteints de cancer de stade précoce des cordes vocales. Dans ces séries, les auteurs ont rapporté une exposition adéquate et une résection satisfaisante. Par contre dans notre série prospective de 12 patients, chez deux patients le plan glottique n'a pas pu être exposé et chez 3 patients la résection était inadéquate soit trop petite (n = 2) soit trop importante (n = 1), (51).

Les résultats carcinologiques dans la littérature sont très variables. Ainsi Kayan et al. et Wang et al. n'ont rapporté aucun échec local sur des séries de 10 et 8 patients respectivement (47, 48). Pour Wang et al. le contrôle local, la préservation laryngée et la survie globale étaient de 100% à 3 ans. Par contre Lallemand et al. ont rapporté deux récurrences sur 13 patients (49). Dans notre série, sur les 7 patients traités par cordectomie au robot, un patient a fait une récurrence locale traitée par CMIL. Les résultats fonctionnels dans la littérature, sont également très variables. Ainsi, Kayan et al. et Lallemand et al. ont rapporté 1 trachéotomie sur des séries respectivement de 10 et 13 patients (47,49). Par contre, Park et al. et de Virgilio et al. faisaient systématiquement une trachéotomie à leur patient pour optimiser l'exposition (pas de sonde de ventilation dans le larynx) (45,50). Kayan et al., Lallemand et al. et Wang et al. ont rapporté la nécessité d'utiliser une sonde naso-gastrique chez un, trois et sept patients respectivement. Dans notre série, nous n'avons rapporté aucune trachéotomie ni aucune sonde d'alimentation (51).

Au total, l'analyse de la littérature et de notre série montre que les cordectomies assistées par robot sont peu réalisées avec des résultats notamment fonctionnels moins satisfaisants que ceux rapportés par CMIL. Contrairement à l'espace supraglottique qui permet de réaliser des laryngectomies supraglottiques assistées par robot, l'étroitesse de l'endolarynx rend très difficile la réalisation d'une cordectomie avec les instruments du robot da Vinci®.

Laryngectomie totale assistée par robot

En 2013, nous avons rapporté, avec le professeur R. Smith, la première série de cinq patients traités par laryngectomie totale transorale assistée par robot (52). Cette procédure a été mise au point par R. Smith et décrite dans la publication princeps (52). Cette intervention chirurgicale présente plusieurs avantages par rapport à la voie externe. D'une façon générale, comme il a été montré dans les laryngectomies supraglottiques, la CTAR est une technique minimale invasive dont les suites opératoires sont plus simples et pour laquelle l'hospitalisation est plus courte qu'après une intervention par voie externe. Dans le cas de la laryngectomie totale, la voie transorale permet de préserver le maximum de muqueuse saine tout

en obtenant des marges de résection en tissu sain, ce qui diminue le risque de formation de diverticules pharyngés. Cette intervention ne nécessite pas de dissection de la carotide primitive, ce qui limite le risque de complications gravissimes comme la rupture de carotide en cas de survenue d'une fuite salivaire ou d'une fistule pharyngée. Dans le cadre de la laryngectomie totale de rattrapage après échec d'un protocole de préservation d'organe par radio-chimiothérapie, il y a un risque important de complications et, notamment, de fuites ou de fistules pharyngées retardant la cicatrisation. C'est pourquoi il est recommandé, depuis de nombreuses années, de réaliser un lambeau pédiculé de couverture ou un lambeau libre de reconstruction. Selon nous, comme la laryngectomie totale par voie transorale préserve le lambeau musculocutané en avant du larynx, la mise en place d'un lambeau de couverture n'est pas nécessaire. Cette intervention permet donc de diminuer la taille des cicatrices.

Les résultats des premières séries publiées dans la littérature internationale montrent la faisabilité et la reproductibilité de la laryngectomie totale assistée par robot. Cependant depuis 2013, seules trois publications ont rapportées des laryngectomies totales assistées par robot rapportant en tout 10 patients (53-55). Nous avons rapporté récemment notre série comprenant 12 patients dont 10 traités par CTAR (56). Deux patients n'ont pas pu être exposés correctement par voie transorale en raison de la fibrose liée à une radio-chimiothérapie préalable. D'après les cinq publications (52-56) trois indications sont retenues : certains cancers sélectionnés du larynx en récurrence après radio-chimiothérapie, les chondromes du cricoïdes et les larynx non fonctionnels. L'analyse des articles montrent des données per-opératoires favorables avec peu de perte sanguine et un temps d'installation du robot comparable à celui des autres interventions par CTAR, par contre la durée opératoire est plus longue (de 220 à 370 minutes) que pour les laryngectomies par voie externe. Peu de complications ont été rapportées et la durée moyenne d'hospitalisation variait de 7 à 28 jours, ce qui est comparable à celle des laryngectomies par voie externe. Les résultats oncologiques et fonctionnels sont peu rapportés dans les articles publiés. Dans notre série, tous les patients ont repris une alimentation per os et ont bénéficié d'une réhabilitation vocale, par prothèse phonatoire pour 8 patients et par acquisition de la voix oesophagienne pour deux patients. Dans notre série, les six patients traités pour un échec après radiothérapie ou radio-chimiothérapie n'ont pas eu de récurrence locale avec un suivi minimum de 36 mois. Par contre, un patient traité pour un chondrome du cricoïde a fait une récurrence multifocale dans la région cervicale à 3 ans de l'intervention chirurgicale (57).

Au total, la laryngectomie totale transorale assistée par robot est une intervention chirurgicale sûre et efficace. Les indications exactes et les limites de cette procédure ne sont pas encore définies et de futures études internationales contrôlées multicentriques sont nécessaires pour déterminer les forces et les faiblesses de cette intervention par rapport à la laryngectomie totale par voie externe.

Conclusions

Ces vingt dernières années ont été marquées par un développement très important de la chirurgie minimale invasive au Laser et au robot pour traiter les cancers du larynx. Au cours des années 2000, la chirurgie minimale invasive au Laser montre dans les cancers glottiques et supraglottiques des résultats oncologiques comparables à ceux obtenus par chirurgie par voie externe avec moins de complications qu'après une chirurgie par voie externe et une radiothérapie. Cette chirurgie est devenue une norme de soins mais nécessite une expérience importante et la courbe d'apprentissage est longue. Depuis 10 ans, la chirurgie transorale assistée par robot s'est développée particulièrement pour les cancers du larynx supraglottique.

Ces dernières années ont été marquées par des améliorations techniques importantes sur le robot da Vinci par Intuitive Surgical®. Ainsi se sont succédés le robot S, SI, X et XI. La dernière génération est un robot à un seul port (une seule entrée) ou single port et les instruments sont flexibles. L'intérêt des instruments flexibles est de pouvoir progresser dans des anatomies complexes, comme celle des voies aérodigestives supérieures. D'autres robots chirurgicaux sont en cours de développement le Revo-I® (Meere Company Inc., Séoul, Corée du Sud), le Flex® Robotic System (Medrobotics, Raynham, Massachusetts, USA) qui a également un bras souple.

L'avenir de la chirurgie est à la robotique, c'est une "nouvelle frontière" à explorer. L'introduction d'un ordinateur comme interface entre le chirurgien et le patient est un changement de paradigme en chirurgie et annonce une révolution semblable à celle permise par l'informatique en aéronautique. En dehors de la robotique, les technologies comme la 3D, la réalité augmentée, la simulation et l'intelligence artificielle vont rapidement arriver dans nos blocs opératoires. Ces technologies permettront au chirurgien d'avoir un assistant virtuel, de voir à travers les organes, et offriront la possibilité d'automatiser certains gestes simples. Si le concept de la chirurgie partielle laryngée n'a pas changé, les progrès technologiques ont permis de réduire la morbidité et la durée d'hospitalisation, et d'améliorer les résultats fonctionnels et la qualité de vie de nos patients.

Classification TNM

Cette classification correspond à la huitième édition de la classification TNM UICC 2017 des cancers du larynx. On distingue : L'étage supraglottique ou sus-glottique (C32.1) :

- épiglotte suprahyoïdienne
- replis aryépiglottiques
- aryténoïdes
- épiglotte sous-hyoïdienne
- bandes ventriculaires

L'étage glottique (C32.0) :

- cordes vocales
- commissure antérieure
- commissure postérieure

L'étage sous-glottique (C32.2).

Quelle que soit la localisation anatomique :

- Tx : tumeur primitive non évaluable
- T0 : pas de tumeur décelable
- Tis : carcinome in situ.

Étage supraglottique :

- T1 : Tumeur limitée à l'une des sous-localisations anatomiques de la région supraglottique avec une mobilité normale des cordes vocales
- T2 : tumeur envahissant la muqueuse de plus d'une des sous-localisations anatomiques de la région supraglottique ou une des localisations au-delà de la région supraglottique, comme le plan glottique, la base de la langue, les vallécules ou la paroi interne des sinus piriformes, sans fixation du larynx
- T3 : tumeur limitée au larynx avec fixation d'une ou des deux cordes vocales et/ou envahissant l'une des régions suivantes : rétrocricoïdienne, espace préépiglottique, espace paraglottique et /ou corticale interne du cartilage thyroïde
- T4a : tumeur franchissant le cartilage thyroïde et/ou s'étendant au-delà du larynx, dans l'une des structures suivantes : trachée, parties molles du cou, muscles sous-hyoïdiens, glande thyroïde, œsophage
- T4b : tumeur envahissant le fascia prévertébral, les structures médiastinales ou englobant l'axe carotidien

Étage glottique :

- T1 : tumeur limitée à une (aux) corde(s) vocale(s), avec mobilité conservée pouvant envahir la commissure antérieure et/ou postérieure
 - T1a : tumeur limitée à une corde vocale
 - T1b : tumeur envahissant les deux cordes vocales
- T2 : tumeur étendue à la région sus-glottique et/ou sous glottique avec diminution de la mobilité de la corde vocale.
- T3 : tumeur limitée au larynx avec fixation d'une corde vocale et/ou envahissement de l'espace paraglottique et/ou de la corticale interne du cartilage thyroïde
- T4a : tumeur franchissant le cartilage thyroïde et/ou s'étendant au-delà du larynx, dans l'une des structures suivantes : trachée, parties molles du cou, muscles sous-hyoïdiens, glande thyroïde, œsophage
- T4b : tumeur envahissant le fascia prévertébral, les structures médiastinales ou englobant l'axe carotidien

Étage sous-glottique :

- T1 : tumeur limitée à la région sous-glottique
- T2 : tumeur étendue à une (aux) corde(s) vocale(s) avec une mobilité normale ou diminuée
- T3 : tumeur limitée au larynx avec une fixation d'une corde vocale.
- T4a : tumeur envahissant les cartilages thyroïde ou cricoïde et/ou s'étendant au-delà du larynx, dans l'une des structures suivantes : trachée, parties molles du cou, muscles sous-hyoïdiens, glande thyroïde, œsophage
- T4b : tumeur envahissant le fascia prévertébral, les structures médiastinales ou englobant l'axe carotidien

Références

1. Laccourreye H. Partial surgery of epitheliomas at the level of the glottis. An update. *Bull Acad Natl Med.* 1993;177(8):1333-41.
2. Brasnu DF. Supracricoid partial laryngectomy with cricothyroidopexy in the management of laryngeal carcinoma. *World J Surg* 2003;27:817-23.
3. Brasnu D. Chirurgie conservatrice des cancers du larynx : de la chirurgie partielle par voie cervicale à la chirurgie minimale invasive. *E-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*, 2010;9(4): 77-81.
4. Strong MS, Jako GJ. Laser surgery in the larynx. Early clinical experience with continuous CO2 laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1972;81:791-8.
5. Strong MS Laser excision of carcinoma of the larynx. *Laryngoscope* 1975;85:1286-9.
6. Eckel HE, Thumfart WF. Laser surgery for the treatment of larynx carcinomas: indications, techniques and preliminary results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992;101:113-8.
7. Steiner W. Results of curative laser microsurgery of laryngeal carcinomas. *Am J Otolaryngol* 1993;14:116-21.
8. Peretti G, Nicolai P et al. Oncological results of endoscopic resections of Tis and T1 glottic carcinomas by carbon dioxide laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001 ; 110 : 820-6.
9. Remacle M, Lawson G et al. CO2 laser in the diagnosis and treatment of early cancer of the vocal cord. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1997 ; 254 : 169-76.
10. Pearson BW, Salassa JR. Transoral laser microresection for cancer of the larynx involving the anterior commissure. *Laryngoscope* 2003 ; 113 : 1104-12.
11. Davis RK. Endoscopic surgical management of glottic laryngeal cancer. *Otolaryngol Clin North Am* 1997 ; 30 : 79-86.
12. Freche C, Jakobowitz M. The carbon dioxide laser in laryngeal surgery. *Ear Nose Throat J.* 1988 Jun;67(6):436, 438-40, 445.
13. Hans S, Crevier-Buchman Let al. Oncological and Surgical Outcomes of Patients Treated by Transoral CO2 Laser Cordectomy for Early Stage Glottic Squamous Cell Carcinoma: A Retrospective Chart Review. *Ear Nose Throat J.* 2020 Mar 23:145561320911486. doi: 10.1177/0145561320911486. [Epub ahead of print]
14. Remacle M, Eckel HE et al. Endoscopic cordectomy. A proposal for a classification by the Working Committee, European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2000 ; 257 : 227-31.
15. Remacle M, Van Haverbeke C et al. Proposal for revision of the European Laryngological Society classification of endoscopic cordectomies. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007 ; 264 : 709.
16. Remacle M, Hantzakos A et al. Endoscopic supraglottic laryngectomy: a proposal for a classification by the working committee on nomenclature, European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngology* 2009 ; 266 : 993-8.
17. Ambrosch P, Fazel A. Functional organ preservation in laryngeal and hypopharyngeal cancer. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 10: Doc02. Published online 2012 Apr 26. doi: 10.3205/cto000075
18. Vaculik MF, MacKay CA et al. Systematic review and meta-analysis of T1 glottic cancer outcomes comparing CO 2 transoral laser microsurgery and radiotherapy. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2019 Sep 3;48(1):44. doi: 10.1186/s40463-019-0367-2. PMID: 31481120
19. Karatzanis AD, Psychogios G et al. Comparison among different available surgical approaches in T1 glottic cancer. *Laryngoscope* 2009 ;119 : 1704-8.

20. Vilaseca I, Bernal-Sprekelsen M et al. Prognostic factors of quality of life after transoral laser microsurgery for laryngeal cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015;272(5):1203-10.
21. Diaz-de-Cerio P, Preciado J et al. Cost-minimisation and cost-effectiveness analysis comparing transoral CO₂ laser cordectomy, laryngofissure cordectomy and radiotherapy for the treatment of T1-2, N0, M0 glottic carcinoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013 Mar;270(4):1181-8. doi: 10.1007/s00405-012-2139-8. Epub 2012 Aug 8.
22. van Loon Y, Hendriksma M et al. . Treatment Preferences in Patients With Early Glottic Cancer. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2018 Mar;127(3):139-145. doi: 10.1177/0003489417749253. Epub 2017 Dec 31. PMID: 29291278
23. Canis M, Martin A et al. Transoral laser microsurgery in treatment of pT2 and pT3 glottic laryngeal squamous cell carcinoma - results of 391 patients. *Head Neck.* 2014 Jun;36(6):859-66. doi: 10.1002/hed.23389. Epub 2013 Sep 2. PMID: 23720321
24. Sjogren EV. Transoral Laser Microsurgery in Early Glottic Lesions. *Curr Otorhinolaryngol Rep* (2017) 5:56-68. DOI 10.1007/s40136-017-0148-2
25. Canis M, Martin A et al. Results of transoral laser microsurgery for supraglottic carcinoma in 277 patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013 Aug;270(8):2315-26. doi: 10.1007/s00405-012-2327-6. Epub 2013 Jan 10.
26. Hoffmann C, Hans S et al. Identifying outcome predictors of transoral laser cordectomy for early glottic cancer. *Head Neck.* 2016 Apr;38 Suppl 1:E406-11.
27. Ambrosch P, Gonzalez-Donate M et al. Transoral Laser Microsurgery for Supraglottic Cancer. *Front Oncol.* 2018 May 9;8:158. doi: 10.3389/fonc.2018.00158. eCollection 2018.
28. Rodel RM, Steiner W et al. Endoscopic laser surgery of early glottic cancer: involvement of the anterior commissure. *Head Neck.* 2009;31(5):583-92.
29. Hakeem AH, Tubachi J, Pradhan SA. Significance of anterior commissure involvement in early glottic squamous cell carcinoma treated with trans-oral CO₂ laser microsurgery. *Laryngoscope.* 2013;123(8):1912-7.
30. Hoffmann C, Cornu N et al. Early glottis cancer involving the anterior commissure treated by transoral laser cordectomy. *Laryngoscope.* 2016 Aug;126(8):1817-22. doi: 10.1002/lary.25757.
31. Blanch JL, Vilaseca I et al. Outcome of transoral laser microsurgery for T2-T3 tumors growing in the laryngeal anterior commissure. *Head Neck.* 2011;33(9):1252-9.
32. Simo R, Bradley P et al. European Laryngological Society: ELS recommendations for the follow-up of patients treated for laryngeal cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014;271(9):2469-79.
33. Jumaily M, Faraji F et al. Prognostic significance of surgical margins after transoral laser microsurgery for early-stage glottic squamous cell carcinoma. *Oral Oncol.* 2019 Oct;97:105-111. doi: 10.1016/j.oraloncology.2019.08.005. Epub 2019 Aug 29. PMID: 31473467
34. Hamzany Y, Crevier-Buchman L et al. Multidimensional Voice Quality Evaluation After Transoral CO₂ Laser Cordectomy: A Prospective Study. *Ear Nose Throat J.* 2020 Feb 18;145561320906328. doi: 10.1177/0145561320906328.
35. Lechien JR, Crevier-Buchman L et al. Short- and Middle-term Voice Quality Outcomes After Type I-VI Laser Cordectomy. (en revision).
36. McLeod IK, Melder PC. Da Vinci robot-assisted excision of a vallecular cyst: a case report. *Ear Nose Throat J* 2005 ; 84 : 170-2.
37. Weinstein GS, O'Malley BW et al. Transoral robotic surgery: radical tonsillectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007 ; 133 : 1220-6.
38. Hans S, Delas B et al. Transoral robotic surgery in head and neck cancer. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2012; 129 : 39-45.
39. Hans S, Badoual C et al. Transoral robotic surgery in head and neck carcinoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012;269:1979-84.
40. Hans S, Gorphe P et al. La chirurgie minimale invasive par voie transorale assistée par le robot Da Vinci dans les cancers des voies aéro-digestives supérieures. *E-Mem Acad Natl Chir* 2013.
41. Lechien JR, Fakhry N et al. Surgical, clinical and functional outcomes of transoral robotic surgery for supraglottic laryngeal cancers: A systematic review. *Oral Oncol.* 2020 Jun 10;109:104848. doi: 10.1016/j.oraloncology.2020.104848. Online ahead of print. PMID: 32534362 Review.
42. Hans S, Chekkoury-Idrissi Y et al. Surgical, Oncological, and Functional Outcomes of Transoral Robotic Supraglottic Laryngectomy. *Laryngoscope.* 2020 Jul 23. doi: 10.1002/lary.28926. Online ahead of print. PMID: 32812245
43. Doazan M, Hans S et al. Oncologic outcomes with transoral robotic surgery for supraglottic squamous cell carcinoma: Results of the French Robotic Surgery Group of GETTEC. *Head Neck.* 2018 Jul 26. doi: 10.1002/hed.25199.
44. O'Malley BW Jr, Weinstein GS et al. Transoral robotic surgery (TORS): glottic microsurgery in a canine model. *J Voice* 2006 ; 20(2):263-8. doi:10.1016/j.jvoice.2005.10.004
45. Park YM, Lee WJ et al. Transoral robotic surgery (TORS) in laryngeal and hypopharyngeal cancer. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* (2009) 19(3):361-8. doi:10.1089/lap.2008.0320
46. Blanco RG, Ha PK et al. Transoral robotic surgery of the vocal cord. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* (2011) 21(2):157-9. doi:10.1089/lap.2010.0350
47. Kayhan FT, Kaya KH et al. Transoral robotic cordectomy for early glottic carcinoma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* (2012) 121(8):497-502. doi:10.1177/000348941212100801
48. Wang CC, Liu SA et al. Transoral robotic sur-gery for early glottic carcinoma involving anterior commissure: preliminary reports. *Head Neck* (2016) 38(6):913-8. doi:10.1002/hed.24354
49. Lallemand B, Chambon G et al. Transoral Robotic Surgery for the Treatment of T1-T2 Carcinoma of the Larynx: Preliminary Study. *Laryngoscope.* 2013 Oct;123(10):2485-90. doi: 10.1002/lary.23994. Epub 2013 Aug 5. PMID: 23918439.
50. De Virgilio A, Park YM et al. How to optimize laryngeal and hypopharyngeal exposure in transoral robotic surgery. *Auris Nasus Larynx.* 2013 Jun;40(3):312-9. doi: 10.1016/j.anl.2012.07.017. Epub 2012 Oct 17. PMID: 23083625
51. Hans S, Chebib E et al. Transoral Robotic Cordectomy for Early Glottic Carcinoma : Oncological, Functional and Voice Outcomes. (en relecture)
52. Smith RV, Schiff BA et al. Transoral robotic total laryngectomy. *Laryngoscope.* 2013;123(3):678-82.
53. Douthwaite S, Nichols AC et al. Transoral robotic total laryngectomy: report of 3 cases. *Head Neck.* 2013 Nov;35(11):E338-42.
54. Krishnan G, Krishnan S. Transoral Robotic Surgery Total Laryngectomy: Evaluation of Functional and Survival Outcomes in a Retrospective Case Series at a Single Institution. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2017;79(4):191-201.
55. Lawson G, Mendelsohn A et al. , al. Transoral Robotic Surgery Total Laryngectomy. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2018;80(3-4):171-177.
56. Hans S, Chebib E et al. Transoral Robotic Surgery Total Laryngectomy: Oncological, Functional and Voice Rehabilitation Outcomes. (en relecture).
57. Chebib E, Lechien JR et al. Limitations of Transoral Robotic Total Laryngectomy. *J Voice.* 2020 Dec 15;S0892-1997(20)30438-0. doi: 10.1016/j.jvoice.2020.12.004. Online ahead of print. PMID: 33339704 No abstract available.