



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA
Y LOGOPEDIA

Laringectomía supraglótica: análisis de un caso clínico, disección anatómica y revisión bibliográfica

Trabajo de fin de grado de Carlos Larios,
tutorizado por Isabel de Diego Barbado

Resumen

La laringectomía supraglótica es una laringectomía parcial en la que se extirpan la epiglotis, los pliegues ariepiglóticos y los pliegues vocales falsos, y en algunas ocasiones también la base de la lengua y parte de los cartílagos aritenoides. El objetivo de este trabajo es analizar la anatomía del aparato fonador tras la cirugía, así como las consecuencias que puede tener sobre la voz y la deglución. Para ello, proponemos realizar una búsqueda bibliográfica, reproducir una laringectomía supraglótica en un cadáver formolado y estudiar estos cambios anatómicos y fisiológicos en un paciente que ha sufrido una cirugía de este tipo.

Palabras clave: Laringectomía parcial; Actividad supraglótica; Alteraciones de voz; Alteraciones en deglución; Cáncer laríngeo.

Abstract

The supraglottic laryngectomy is a partial laryngectomy in which the epiglottis, the ariepiglottic folds and the false vocal folds are excised, and sometimes also the base of the tongue and part of the arytenoid cartilages. The aim of this paper is to analyze the anatomy of the vocal apparatus after surgery, and the consequences it may have on the voice and swallowing. To do this, we propose to perform a literature search, reproduce a supraglottic laryngectomy in a formaldehyde corpse and study these anatomical and physiological changes in a patient who has undergone surgery of this type.

Keywords: Partial laryngectomy; Supraglottic activity; Voice disorders; Swallowing disorders; Laryngeal cancer.

Introducción

El cáncer de laringe representa en la actualidad entre el 30-40% de los cánceres de cabeza y cuello y alrededor del 5% de todos los tumores del organismo, siendo el más frecuente en Europa tras el de orofaringe, cavidad oral y nasofaringe. Se conoce con el nombre de cáncer de cabeza y cuello al grupo de tumores malignos con posible localización en los senos paranasales, rinofaringe, orofaringe, hipofaringe, laringe, cavidad oral, lengua y glándulas salivares (Hitt, López Martín y Ballesteros, 2017). Este tipo de tumor predomina en hombres, siendo su distribución por sexos una relación de 10:1 para el varón en España, aunque el aumento del consumo de tabaco de la mujer en los últimos años está modificando esta relación. La edad clásica de aparición se sitúa por encima de los 50 años, aunque en mujeres suele darse 10 años antes (Casado y Trapero, 2011; Hitt et al., 2017). En el reciente informe sobre las cifras del cáncer en España de la Sociedad Española de Oncología Médica (2019) se estiman alrededor de 3000 nuevos casos de cáncer de laringe para el 2019, con una alta prevalencia en varones. A pesar de parecer un número poco relevante, 5% de todos los tumores del organismo (Hitt et al., 2017), el impacto social en la vida de estos pacientes presenta grandes repercusiones (Casado y Trapero, 2011). Existen, además, variaciones demográficas en cuanto a la localización del tumor. Así, por ejemplo, la localización más frecuente en España es en el área supraglótica (Casado y Trapero, 2011) mientras que en Estados Unidos aproximadamente el 60% de los tumores de laringe comienza en el área glótica (American Cancer Society [ACS], 2017). La edad es un factor importante en desarrollo de tumores laríngeos, aunque los síntomas del cáncer son de menor evidencia en pacientes ancianos, posiblemente debido a la frecuente confusión de los síntomas del cáncer con otros de distintas enfermedades preexistentes y a la hipofunción sensorial (Chiesa Estomba et al., 2016). La mayor parte de los cánceres de laringe se desarrollan a partir de células escamosas ubicadas en el epitelio, recibiendo el nombre de carcinoma (ACS, 2017).

A menudo, y si los tratamientos menos invasivos no son suficientes, es necesaria la extirpación de toda la laringe o de partes de esta, por lo que las secuelas tras la intervención quirúrgica pueden repercutir en el habla, en la voz, en la deglución, en la respiración y en la realización de esfuerzos (Alicandri-Ciuffelli et al., 2012; Alipour y Karnell, 2014; Alvo y Olavarría, 2014; Dantas, Aguiar-Ricz, Gielow, Filho y Mamede, 2005; Dua, Ren, Bardan, Xie y Shaker, 1997; Martin, Logemann, Shaker y Dodds, 1993; Nemetz, Pontes, Vieira y Yazaki, 2005; Rodríguez, Smith-Ágreda y García, 2004; Shaker et al., 2002; Starmer, Tippett y Webster, 2008).

Las técnicas quirúrgicas varían según la resección del carcinoma en las distintas estructuras comprometidas. Así, encontramos dos grandes grupos: laringectomías totales y laringectomías parciales. La primera de ellas consiste en la extirpación completa de la laringe, desde la base de la lengua hasta la tráquea (Casado y Trapero, 2011), mientras que dentro de las segundas existen una amplia variedad según la localización del tumor, de las que se señalan las más frecuentes: cordectomías, laringectomías fronto-lateral, hemilaringectomías, laringectomías supraglóticas, laringectomías reconstructivas o supracricoides (cricohioidoepiglotopexia, cricohioidopexia y tráqueocricohioidoepiglotopexia) y laringectomías tres cuartos (Arrese y Lazarus, 2013; Casado y Trapero, 2011; Castro y Gavilán, 2017; Russi et al., 2012).

El presente trabajo ahondará en las laringectomías supraglóticas. Con objeto de comprender mejor las implicaciones anatómo-funcionales de estas cirugías, a continuación se explicarán los elementos anatómicos que contienen cada uno de los tres niveles funcionales de la laringe: supraglótico, glótico y subglótico (ACS, 2017).

Organización anatómica y funcional de la laringe

La laringe puede dividirse, desde el punto de vista clínico y anatómico, en tres niveles en función de los pliegues vocales verdaderos: supraglótico, glótico y subglótico (Alvo y Olavarría, 2014). La musculatura laríngea se divide en extrínseca e intrínseca, en función de si una o ambas inserciones están en la laringe, respectivamente. La musculatura intrínseca se encarga de la aducción, abducción y tensión de los pliegues vocales verdaderos. La musculatura extrínseca se encarga, principalmente, de elevar o descender el complejo laríngeo en bloque (Alvo y Olavarría, 2014; Hughes, 2003). El músculo cricoaritenideo posterior es el único abductor de los pliegues vocales. La inervación de la musculatura intrínseca se realiza por el nervio laríngeo recurrente, a excepción del músculo cricotiroideo, que es inervado por el nervio laríngeo superior. El músculo cricotiroideo se encarga de bascular el cartílago tiroideo sobre el cartílago cricoides para tensar los pliegues vocales (Alvo y Olavarría, 2014; Noordzij y Ossoff, 2006). La inervación sensitiva es recogida por los nervios laríngeos superiores, para los niveles supraglótico y glótico, y por los nervios laríngeos recurrentes para el nivel infraglótico (Alvo y Olavarría, 2014).

Nivel supraglótico o tubo epilaríngeo

Es la parte superior de la laringe, ubicada sobre la glotis incluyendo la epiglotis. Se extiende desde la entrada a la laringe hasta el ventrículo laríngeo. Histológicamente, este nivel se encuentra tapizado por epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado de tipo respiratorio. Este nivel está formado por distintas estructuras.

El orificio laríngeo superior o brocal laríngeo es el orificio de entrada a la laringe. Lo forman el borde superior de la epiglotis y los pliegues aritenopiglóticos o ariepiglóticos (por aquí discurren los ligamentos aritenopiglóticos). En el interior de estos pliegues están los cartílagos cuneiformes y posteriormente se encuentra la escotadura interaritenoidea. A ambos lados de la escotadura tenemos los relieves que dejan los cartílagos corniculados (los más mediales) y los cuneiformes (más laterales).

El vestíbulo laríngeo tiene forma de embudo. Es la membrana cuadrangular tapizada por mucosa.

Los pliegues vocales superiores o falsos o pliegues o bandas vestibulares o ventriculares son dos bandas gruesas mucosas que envuelven al ligamento tiroaritenoideo superior, localizados sobre los pliegues vocales superiores (Alipour y Finnegan, 2013; Bailly, Henrich y Pelorson, 2010; Bailly, Bernardoni, Müller, Rohlfis y Hess, 2014; Birk, Sutor, Döllinger, Bohr y Kniesburgues, 2016; Sadeghi, Döllinger, Kaltenbacher y Kniesburgues, 2019). Histológicamente, presentan 3 capas de tejido: el epitelio, la lámina propia y el tejido muscular. El componente muscular de los pliegues vocales falsos lo forma el músculo tiroaritenoideo (Agarwal, Scherer y Hollien, 2003). Sin embargo, hay autores que señalan la presencia de otros sistemas musculares, tales como el músculo ventricular que han descrito en un 95% de laringes examinadas (Agarwal et al., 2003; Alipour y Karnell, 2014; Kotby, Kirchner, Kahane, Basiouny y El-Samaa, 1991). Reidenbach (1988) describe también la existencia de un sistema muscular en la porción anterior y medial de los pliegues vocales falsos, que intervendría en la aproximación de los mismos.

Estos estudios sugieren que la posición de los pliegues vocales falsos sucedería debido a una contracción activa de esta musculatura interna o a un movimiento medial y pasivo resultante de la contracción de la musculatura lateral. En cualquier caso, la tendencia de los pliegues vocales falsos es la aducción hacia la línea media (Agarwal et al., 2003). La anchura de estos podría ser importante, pudiendo llegar a afectar a las vibraciones de los pliegues vocales verdaderos si el espacio fuese muy estrecho, anulando el efecto Bernoulli y, por tanto, reduciendo la frecuencia fundamental (Agarwal et al., 2003; Van Den Berg, 1955). El efecto Bernoulli describe el comportamiento de un flujo que se mueve en una línea de corriente, que también sucede en los aspectos aerodinámicos de la fonación (Benninger, 2010; Wong, Chan, Bek, Wilson y Stefánsson, 2018). El epitelio está formado por células cilíndricas ciliadas de doble capa, salvo en la parte más superior, que se encuentra cubierta por células escamosas estratificadas. La lámina propia está formada por una matriz extracelular de proteínas fibrosas e intersticiales, como el colágeno y la elastina, y por tejido adiposo (Bailly et al., 2014; Chan, Fu y Tirunagari, 2006; Stager, 2011). Al igual que existen diferencias morfológicas respecto al tamaño general en la laringe de hombres y mujeres, también las hay en cuanto a la distancia entre los pliegues vocales falsos y los verdaderos, siendo menor en mujeres (Agarwal et al., 2003; Stager, 2011). Por otro lado, los pliegues vocales falsos presentan diferentes propiedades físicas de viscosidad y rigidez que les confieren una biomecánica oscilatoria, en principio pobre, distinta a las de los pliegues vocales verdaderos (Bailly et al., 2010; Bailly et al., 2014; Haji et al., 1992). Existen folículos linfáticos y proteínas e inmunoglobulinas, presentes en las secreciones que vierten las células de las glándulas mucosas de los pliegues vocales falsos para lubricar los pliegues vocales verdaderos (Agarwal et al., 2003; Alipour y Finnegan, 2013; Allen y Hollien, 1973; Bailly et al., 2014; Kutta, Steven, Kohla, Tillmann y Paulsen, 2002; Meller, 1984; Van Den Berg, 1955; Von Doersten, Izdebski, Ross y Cruz, 1992), por lo que parece sugerir que los pliegues vocales falsos no solo tienen una función protectora esfintérica (Bailly et al., 2014), sino que también presentan un importante papel en la protección de la vía aérea de agentes infecciosos, formando parte del sistema inmune de la mucosa laríngea. Son de color rosáceo. Durante la fonación su función es, en principio, accesoria (Alipour y Finnegan, 2013), aunque esto será discutido más adelante en el apartado "Papel del nivel supraglótico en la producción de la voz". Entran en vibración en ciertas técnicas del canto para producir la voz de bandas, que es una voz más grave (Chan et al., 2006; Kutta et al., 2002; Rossi-and-Silva et al., 2009; Stager, 2011). Y en patología vocal (Alipour y Karnell, 2014), aparecen supliendo en ocasiones una deficiencia glótica: es la voz de bandas. Los pliegues vocales falsos vibran mucho menos rápidamente y de manera irregular que los pliegues vocales verdaderos (Agarwal et al., 2003; Bailly et al., 2010; Bailly et al., 2014; Bailly, Haji et al., 1992; Stager, 2011) o incluso no llegar a vibrar (Agarwal et al., 2003; Pinho, Pontes, Gadelha y Biasi, 1999). El sonido producido, en cualquier caso, es mucho más grave (Calais-Germain y Germain, 2013).

Autores como Bailly et al. (2010) describen varios tipos de vibración de los pliegues vocales falsos: periódicos o aperiódicos, en fase o no con la vibración de los pliegues vocales verdaderos y con o sin contacto entre ellos. En este estudio, describen un tipo de movimiento periódico que tiene lugar cada dos ciclos glotales, ocurriendo en fases opuestas a la vibración de los pliegues vocales verdaderos (Alipour y Finnegan, 2013; Fuks, Hammarberg y Sundberg, 1998; Henrich, Lortat-Jacob, Castellengo, Bailly y Pelorson, 2006; Lindestad et al., 2001; Sakakibara, Imagawa, Niimi y Osaka, 2002; Sakakibara, Imagawa, Niimi y Tayama, 2004; Sakakibara et al., 2001).

Los ventrículos laríngeos de Morgagni son el espacio comprendido entre el pliegue vocal superior e inferior de cada lado. Su forma y tamaño varían durante la fonación (Alipour y Finnegan, 2013; Kitzing y Sonesson, 1967) en función de la posición de los pliegues vocales falsos y verdaderos (Agarwal et al., 2003) según las vocales que sean producidas (Agarwal et al., 2003; Van Den Berg, 1955). La pared de los ventrículos es rica en glándulas que humidifican las cuerdas vocales y además actúan como cavidades de resonancia. El sáculo laríngeo es un fondo de saco del ventrículo laríngeo hacia arriba.

Algunos autores sugieren una clasificación de los ventrículos de tres tipos. El tipo 1 corresponde con una configuración horizontal con un techo bajo, en la tipo 2, se forma una “bóveda” alta en el ventrículo como consecuencia de la elevación de la porción lateral del mismo, y en la tipo 3, la porción lateral del ventrículo se encuentra por debajo del nivel de los pliegues vocales verdaderos y se extiende hacia arriba formando una “bóveda” alta. Existen, además, diferencias raciales en la configuración de los ventrículos (Agarwal et al., 2003; Boshoff, 1945; Loth, 1931).

Nivel glótico

Es la parte media de la laringe, donde se localizan los pliegues vocales verdaderos. Es el espacio limitado por la comisura anterior, los pliegues vocales verdaderos y la comisura posterior. Histológicamente, los pliegues vocales verdaderos presentan un epitelio escamoso estratificado no queratinizado. La submucosa profunda de la cuerda se engruesa formando el ligamento vocal, que se ubica encima del músculo vocal. En este nivel se localizan dos estructuras.

Los pliegues o cuerdas vocales inferiores o verdaderas son dos bandas mucosas que envuelven al ligamento y músculo vocal. Tienen aspecto nacarado. Poseen propiedades mioelásticas y vibrátiles que les permiten actuar como un vibrador mediante oscilaciones periódicas durante la fonación debido al aire que proviene de los pulmones (Alvo y Olavarría, 2014; Kniesburges et al., 2017). Los pliegues vocales verdaderos generan presiones de cierre glótico que varían según la función realizada, siendo mucho más elevadas que las presiones producidas en el interior de la tráquea (Shaker et al., 2002).

La hendidura glótica o rima glótica es el espacio comprendido entre los dos pliegues vocales verdaderos. En ella distinguimos una porción intermembranosa (o vocal) que se extiende desde el cartílago tiroideo hasta el vértice de la apófisis vocal y una porción intercartilaginosa (o respiratoria) entre ambos cartílagos aritenoides. Su forma varía con los movimientos de los pliegues vocales verdaderos. La hendidura glótica es más ancha durante la inspiración y más estrecha en la espiración. En la fonación, los pliegues vocales verdaderos se aproximan y la glotis se estrecha, interrumpiendo el flujo de aire traqueal (Kniesburges et al., 2017). El sonido generado es amplificado en los distintos resonadores del tracto vocal (Alvo y Olavarría, 2014; Krausert et al., 2011). El cierre glótico, además, previene directamente la aspiración de los alimentos y aumenta la presión subglótica, favoreciendo la deglución (Rodríguez, González y Fernández, 2018).

Nivel infraglótico o subglótico

Es la parte inferior de la laringe, localizada por debajo de la glotis, entre los pliegues vocales verdaderos y la tráquea, con la que conecta. Va desde la unión del epitelio escamoso y respiratorio, a 5mm por debajo del borde libre de la cuerda vocal verdadera, al borde inferior del cartílago cricoides. Histológicamente, este nivel se encuentra tapizado por el mismo tipo de epitelio que el nivel supraglótico. Tiene aspecto de embudo invertido y sus paredes las forman la membrana cricovocal recubierta por mucosa.

En el espesor de la mucosa de esta zona hay una gran cantidad de mecanorreceptores (Clarett et al., 2014) que se estimulan cada vez que hay una variación en la presión. Cada cambio de presión es reconocido sensorialmente por el sistema nervioso. De este modo, cada cambio en la presión provoca estimulación. Esto permite adaptar los pliegues vocales verdaderos a la presión. En consecuencia, este cono elástico es un lugar muy importante para la regulación de la presión/laringe (Calais-Germain y Germain, 2013). En situaciones normales, la resistencia al aire espirado que ejercen los pliegues vocales verdaderos genera una presión subglótica de 8-10 cm H₂O (o 5,88-7,35 mmHg).

Laringectomía supraglótica

La laringectomía supraglótica consiste en la resección de la epiglotis, hueso hioides, membrana tirohioidea, mitad superior del cartílago tiroides y la mucosa de la supraglotis, discurrendo la sección a través de las valléculas, los repliegues aritenopiglóticos, que se preservan, los ventrículos laríngeos y, en ocasiones, parte de la base lingual, así como la retirada de uno u ambos nervios laríngeos superiores (Bocca, Pignataro y Oldini, 1983; Díaz y Cuevas, 1998; Manikantan et al., 2009; Ogura y Maller, 1965; Pauloski, 2008; Prades et al., 2005; Silver, 1981). La técnica fue introducida inicialmente en 1946 por Justo Marcelo Alonso, un otorrinolaringólogo uruguayo. Durante las siguientes décadas fue llevada a otros territorios y obteniendo distintas modificaciones como las de Joseph Ogura, quién la popularizó y amplió (Díaz y Cuevas, 1998; Valdés et al., 2018). Se trata de una cirugía conservadora en la que se preservan las funciones de deglución y fonación de la laringe (Russi et al., 2012; Topaloğlu et al., 2014), con buena tasa de supervivencia, como puede comprobarse en estudios como el de Valdés et al. (2018), en el que realizó un seguimiento de 18 años a 22 pacientes tratados con la técnica, y en los estudios realizados en 1996 por Herranz-González, Martínez-Vidal, Gavilán y Gavilán y en 2006 por Herranz-González, Martínez-Vidal y Martínez-Morán, en los que se realizó un seguimiento de 220 pacientes (110 en un período de 9 años y 110 en un período de 5 años). En otro estudio, Sevilla et al. (2007) encontró resultados similares con una alta tasa de supervivencia en el seguimiento de 267 pacientes.

En función de la extensión de esta resección, otros autores como Prades et al. (2005) abogan por una clasificación en que la laringectomía supraglótica puede clasificarse como laringectomía supraglótica estándar (“SSL”), en la que se eliminan la epiglotis, los pliegues ariepiglóticos y los pliegues vocales falsos, o como laringectomía supraglótica extendida (“ESL”) en la que se extirpan la base de la lengua, los cartílagos aritenoides y los senos piriformes en función de los límites de la tumoración. Dentro de esta última clasificación encontramos la laringectomía supraglótica extendida anteriormente (“AESL”), si la extensión del tumor va hacia la base de la lengua, y la laringectomía supraglótica extendida lateralmente (“LESL”), si avanza hacia los cartílagos aritenoides y los senos piriformes (Topaloğlu et al., 2014).

La conservación de la capacidad fonatoria en pacientes con laringectomías supraglóticas genera nuevas implicaciones en la calidad acústica de la voz, así como la recuperación funcional de la deglución tras la intervención quirúrgica.

Objetivos

Este trabajo pretende examinar la calidad de la voz y la deglución en pacientes que han sido intervenidos mediante una laringectomía supraglótica. Para ello, se plantea realizar una revisión bibliográfica sobre el papel de la actividad supraglótica en la voz y en la deglución, para así compararlos con el estudio de un paciente real intervenido mediante esta técnica. Además, dada mi vinculación al departamento de Anatomía Humana, Medicina Legal e Historia de la ciencia en calidad de alumno interno desde el 2017, y dada la disponibilidad de cadáveres humanos de los que dispone dicho departamento, se planteó realizar una laringectomía supraglótica en un cadáver formolado para poder analizar mejor los cambios anatómicos producidos en la laringe tras este tipo de cirugía y así entender mejor las consecuencias funcionales que pueden acarrear esta intervención quirúrgica.

Metodología

A continuación, se describe la metodología utilizada para alcanzar los objetivos descritos.

Búsqueda bibliográfica

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica con objeto de comparar los resultados de los distintos estudios.

La búsqueda de literatura científica se realizó en las bases de datos *Pubmed*, el portal de búsqueda *Google Académico*, y *ProQuest*, con las siguientes palabras clave: “supraglottic activity”, “supraglottic area”, “supraglottic laryngectomy”, “partial laryngectomy”, “voice”, “larynx”, “compression”, “vocal tract”, “false vocal folds”, “resonance”, “swallowing” y “dysphagia”. El período de búsqueda comenzó el 20 de junio de 2018 y finalizó el 30 de mayo de 2019. El criterio de inclusión principal ha sido que los estudios guardasen relación en aspectos sumamente ligados a los cambios en voz y deglución.

Reproducción de laringectomía supraglótica en cadáver formolado

La reproducción de la laringectomía supraglótica en el cadáver formolado en decúbito supino fue llevada a cabo bajo supervisión de la tutora a cargo de este trabajo, siguiendo el protocolo descrito por Rangel (2015).

Material empleado

Los materiales usados para llevar a cabo la disección fueron los siguientes: bandejas, soportes de apoyo, "vessel loops", mango del bisturí nº 4 y hoja de bisturí nº 23, tijeras romas de 18 cm, sonda canalada y pinzas de disección.

Procedimiento para reproducción de laringectomía supraglótica en cadáver

En primer lugar, se realiza una incisión en la piel por la línea media de la región anterior del cuello. Posteriormente se realiza la disección de la musculatura supra e infrahioidea (véase Figura 1) y, tras ello, se deben identificar el hueso hioides, el cartílago tiroides, el cartílago cricoides y la tráquea. Se procede a realizar un corte con el bisturí inferiormente por la mitad superior del cartílago tiroides entre los pliegues vocales falsos y verdaderos, y superiormente por el borde superior del hueso hioides (véase Figura 2). A continuación, se profundiza posteriormente hasta llevarse con el bloque los pliegues vocales falsos y la epiglotis, quedando preservados, por tanto, los pliegues vocales verdaderos y los cartílagos aritenoides (véase Figura 3).

Figura 1

Dibujo de disección de musculatura supra e infrahioidea. Tomada de Rangel (2015)



Figura 2

Delimitación de la resección: inferior a mitad superior del cartílago tiroides y superior por el borde superior del hueso hioides. Tomada de Rangel (2015)

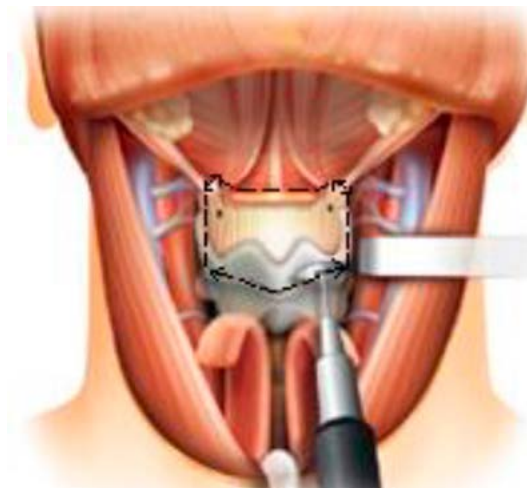
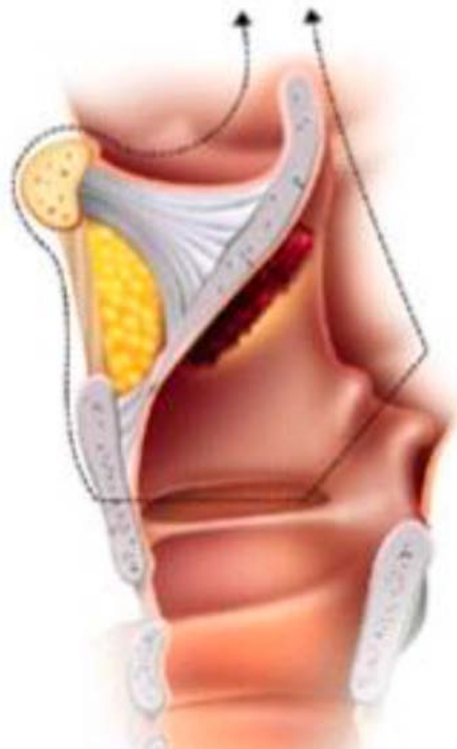


Figura 3

Resección de los pliegues vocales falsos y la epiglotis. Tomada de Rangel (2015)



Estudio de caso

El paciente, un varón de 53 años que se sometió a una cirugía de laringectomía supraglótica en 2016, fue contactado en su domicilio e informado sobre el uso de sus datos, dando su consentimiento para la incorporación de estos. Se realizaron grabaciones de su estado vocal actual con el micrófono de un teléfono móvil *Asus Zenfone 3 ZE552KL*, las cuales fueron posteriormente analizadas mediante el software *Praat* en versión 6.0.36 (Instituto de Ciencias Fonéticas de la Universidad de Ámsterdam, Países Bajos) con la siguiente configuración recogida en la Tabla 1.

Tabla 1
Configuración de parámetros en Praat

	Pitch Settings	Intensity settings	Spectrogram settings	Formant settings
Pitch range (Hz)	75,0 - 500,0	-	-	-
Unit	Hertz	-	-	-
Analysis method	Autocorrelation	-	-	-
Drawing method	Automatic	-	-	-
View range (dB)	-	50,0 - 100,0	-	-
Averaging method	-	Mean energy	-	-
Substract mean preassure	-	-	-	-
View range (Hz)	-	-	0,0 - 5000,0	-
Window length (s)	-	-	0,045	0,025
Dynamics range (dB)	-	-	50,0	30,0
Maximum formant (Hz)	-	-	-	5500,0
Number of formants(s)	-	-	-	5,0
Dot size (mm)	-	-	-	1,0

Todos los valores indicados con rayas indican que no existe configuración para esa opción. Así mismo el parámetro ‘Substract mean preassure’ no se indica en valor numérico.

Se solicitó la lectura de un fragmento del texto “El caballero de la armadura oxidada” (Fisher, 1987), así como la emisión de una vocal sostenida /a/, de la que se analizaron 4,98 segundos, para realizar un análisis acústico perceptual mediante la escala GIRBAS (Hirano, 1981), centrándonos en

los valores de inestabilidad (I), ruidos aperiódicos (R) y ruidos aéreos (B). Posteriormente se realizó un análisis acústico digital del espectro tonal a partir de la vocal. Se tomaron valores de normalidad descritos por Bermúdez (2003).

El paciente acudió a consulta médica en 2015 al presentar una pequeña protuberancia en el cuello. Fue diagnosticado con un quiste tirogloso, pero debido al alto riesgo de predisposición (fumador) se le realizó una endoscopia en la que se observó la presencia de una ulceración en la cara interna de la epiglotis. Tras realizar una biopsia, el informe de anatomía patológica reveló la presencia de un carcinoma adenoescamoso supraglótico de expansión uniforme sin invasión de vasos sanguíneos y/o linfáticos. En 2016 es intervenido mediante una laringectomía supraglótica junto a un vaciamiento ganglionar bilateral funcional anterior. Tras la cirugía, inicialmente respiraba mediante una cánula y se alimentaba mediante una sonda nasogástrica ya que presentaba aspiraciones. Además, presentaba una voz aérea. No fue necesaria la administración de radioterapia y/o quimioterapia. En la actualidad no refiere molestias en cuanto a su calidad de vida a excepción de dolor cervical, probablemente causado a raíz de la cirugía, adaptándose muy pronto a la ingesta de distintos tipos de alimentos salvo aquellos con mayor fragmentación como frutos secos.

Resultados

Papel del nivel supraglótico en la producción de la voz

La actividad supraglótica se describe como aquellos movimientos de las estructuras que quedan por encima del nivel glótico (Petekkaya, Yücel y Sürmelioglu, 2019; Stager, Bielamowicz, Regnell, Gupta y Barkmeier, 2001; Stager, Neubert, Miller, Regnell y Bielamowicz, 2003). Como se ha mencionado anteriormente, tradicionalmente se ha relacionado la actividad supraglótica durante la fonación a un componente patológico (Alipour y Finnegan, 2013; Bailly et al., 2014; Guzman et al., 2016; Maryn, De Bodt y Van Cauwenberge, 2003; Petekkaya et al., 2019; Stager, 2011; Stager et al., 2001) o se ha considerado que generan una escasa contribución a la fonación (Alipour y Finnegan, 2013; Alipour y Karnell, 2014). Sin embargo, algunos estudios como el de Stager (2011) y Behrman, Dahl, Abramson y Schutte (2003) señalan que la compresión medial de los pliegues vocales falsos podría ser un comportamiento articulatorio normal en vez de patológico (Bailly et al., 2014). Stager (2011) pronostica, basándose en los hallazgos de estudios en modelos sintéticos y en modelos cadavéricos de animales, que en el caso de los pacientes que han experimentado una laringectomía supraglótica, estos presentarían una menor resistencia al flujo glótico, mayor flujo glótico, menor intensidad, mayor presión de umbral fonatorio, incapacidad para producir consonantes glotales y producción de vocales con menor resonancia. En cualquier caso, la aducción medial de los pliegues vocales falsos es observable durante todas estas situaciones (Bailly et al., 2014).

La actividad supraglótica estaría presente durante la voz hablada en sujetos sanos (Bailly et al., 2010; Behrman et al., 2003; Guzman et al., 2016; Mayerhoff et al., 2013; Sama, Carding, Price, Kelly y Wilson, 2001; Stager et al., 2000; Stager et al., 2001) generando efectos significativos sobre la aerodinámica del flujo glótico y la oscilación de los pliegues vocales verdaderos (Sadeghi et al., 2019). Diversos estudios muestran como los pliegues vocales falsos vibrarían para producir sonidos como los susurros o voces con cualidades “presionadas” o aéreas (Bailly et al., 2014).

En relación a la actividad supraglótica durante el canto, existen evidencias sobre el papel que desarrollan las estructuras supraglóticas en la voz cantada. En un estudio de Bailly et al. (2010) describieron como los pliegues vocales falsos mostraban actividad en cantos especiales como el Kargyraa mongolés, el canto tibetano y el sardo, en los que se alterna rápidamente entre la voz normal y el falsete o se emiten gruñidos, como un segundo generador de sonidos (Kniesburges et al., 2017; Sadeghi et al., 2019). Otros estudios, como el de Lindestad, Södersten, Merker y Granqvist (2001) observaron el uso de los pliegues vocales falsos durante el canto difónico (o de garganta) (Alipour y Finnegan, 2013). Pettekaya et al. (2019) también observaron actividad supraglótica en 44 cantantes de ópera.

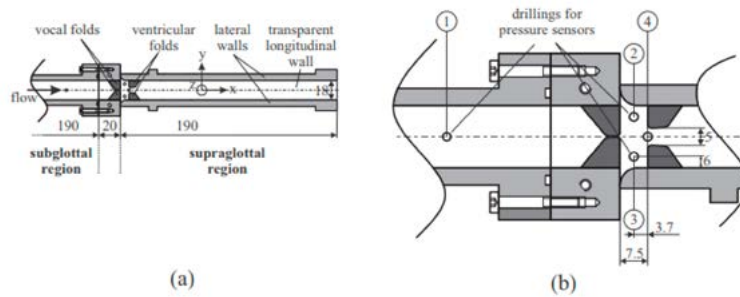
Algunos estudios de simulación en modelos sintéticos de laringe también describen la existencia de interacciones del flujo de aire generado con los pliegues vocales falsos y la influencia de la geometría laríngea sobre la resistencia de este (Agarwal, 2004; Bailly, Pelorson, Henrich y Rutty, 2008; Kniesburges et al., 2017; Zhang, Zhao, Frankel y Mongeau, 2002).

Debido a la proximidad de los pliegues vocales falsos a los verdaderos y a la doble constricción que forman en la vía laríngea, es posible pensar que aspectos como la forma, la distancia y el tamaño de estos afecten al flujo aéreo producido (Agarwal et al., 2003). No obstante, durante la fonación, los pliegues vocales falsos se mantienen alejados de la línea media, permitiendo a los verdaderos actuar como una fuente primaria de sonido (Alipour y Finnegan, 2013). En este sentido, Agarwal et al. (2003) sugieren como la presencia de los ventrículos laríngeos y los pliegues vocales falsos podrían afectar a

la voz modificando el flujo glótico, al alterar la resistencia al mismo y a aspectos acústicos de la fuente de sonido. En esta misma línea, Bailly et al., (2008) investigaron el espacio entre los pliegues vocales falsos y la distancia de estos a los verdaderos en un modelo de laringe sintético, y encontraron cómo la presencia de los pliegues vocales falsos mejoraba las oscilaciones de los verdaderos, además de disminuir la presión de umbral fonatorio, entendido como el nivel de presión subglótica mínimo necesario para iniciar la vibración de las cuerdas vocales (Kniesburgues et al., 2017). Otros estudios de laringes sintéticas también apoyan cómo la presencia de los pliegues vocales falsos estabiliza el chorro glotal (Alipour y Finnegan, 2013; Bailly et al., 2016; Drechsel y Thomson, 2008; Farbos de Luzan, Chen, Mihaescu, Khosla y Gutmark, 2015; Kniesburgues et al., 2017; Kucinski, Scherer, DeWitt y Ng, 2005; Shadle, Barney y Thomas, 1991). Las características generalmente estudiadas en las configuraciones de laringes sintéticas pueden apreciarse en el esquema de Kniesburgues et al. (2017), usado con anterioridad por Kniesburgues, Hesselmann, Becker, Schlücker y Döllinger (2013) y Lodermeier, Becker, Döllinger y Kniesburgues (2015), donde se observa la localización de los cuatro sensores de presión mediante números en una vista ampliada del nivel glótico (véase Figura 4).

Figura 4

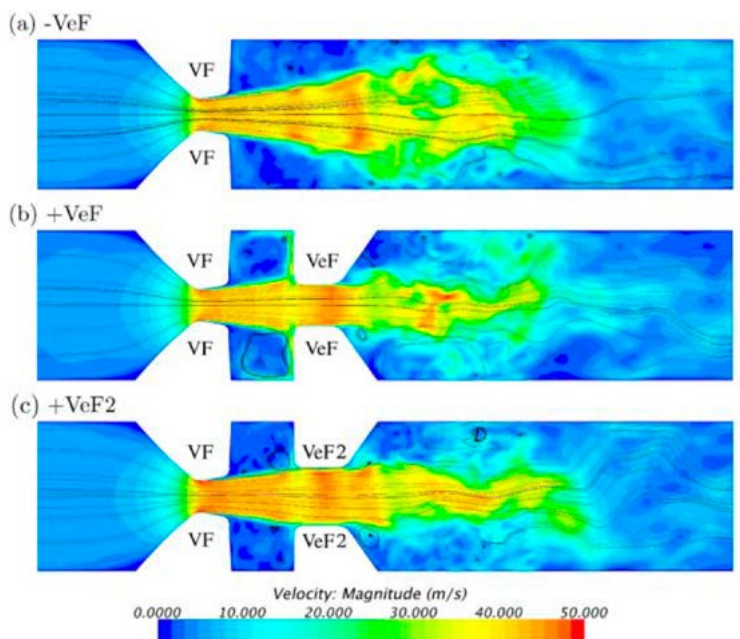
Modelo de laringe sintética usado para el estudio pliegues vocales falsos durante la fonación. Tomado de Kniesburgues (2017)



Sadeghi et al., en un estudio reciente de 2019, realizan una simulación computerizada en un modelo 3D para comprobar el comportamiento del flujo glótico en presencia y ausencia de los pliegues vocales falsos con una glotis con forma elíptica. Los resultados demostraron que este flujo mejoraba cuando estaban presentes los pliegues vocales falsos y además cuando estos permanecían más separados (véase Figura 5).

Figura 5

Modelo 3D con pliegues vocales falsos, sin ellos, y con glotis en forma elíptica. Usado para el estudio del comportamiento del flujo glótico. Tomado de Sadeghi, Döllinger, Kaltenbacher y Kniesburgues (2019)



El efecto más notorio de los pliegues vocales falsos en cuanto a aspectos aerodinámicos del flujo glotal son el “*straightening*” (*enderezamiento*) y el “*elongation*” (*elongación*) de este (Farbos de Luzan et al., 2015; Kucinschi et al., 2005; Li, Wan y Wang, 2007; Mihaescu, Khosla y Ephraim, 2013; Sadeghi et al., 2019; Zheng, Bielamowicz, Luo y Mittal, 2009), dependiendo el enderezamiento en gran medida de factores como la velocidad del flujo y del tamaño de abertura de los pliegues vocales falsos (Sadeghi et al., 2019; Kucinschi et al., 2005).

La producción de la voz se ve influida por las propiedades acústicas y por las estructuras que forman los tractos subglótico y supraglótico (Agarwal et al., 2003).

Según Stager et al. (2000) y Stager et al. (2003) esta actividad supraglótica puede separarse en dos tipos a la hora de la producción de la voz. Puede tener un componente antero-posterior (“*A-P compression*”), apreciable en la Figura 6, que consiste en una aproximación de los cartílagos aritenoides hacia el pecíolo de la epiglotis y cubren parcial o completamente los pliegues vocales verdaderos, y un componente medial (“*FVF compression*”), apreciable en la Figura 7, que sucede cuando la aducción de los pliegues vocales falsos cierra los pliegues vocales verdaderos parcial o completamente (Bailly et al., 2014; Petekkaya et al., 2019; Stager et al., 2003).

Figura 6

Laringoscopia con actividad supraglótica de componente antero-posterior. Tomado de Petekkaya, Yücel y Sürmelioglu (2019)

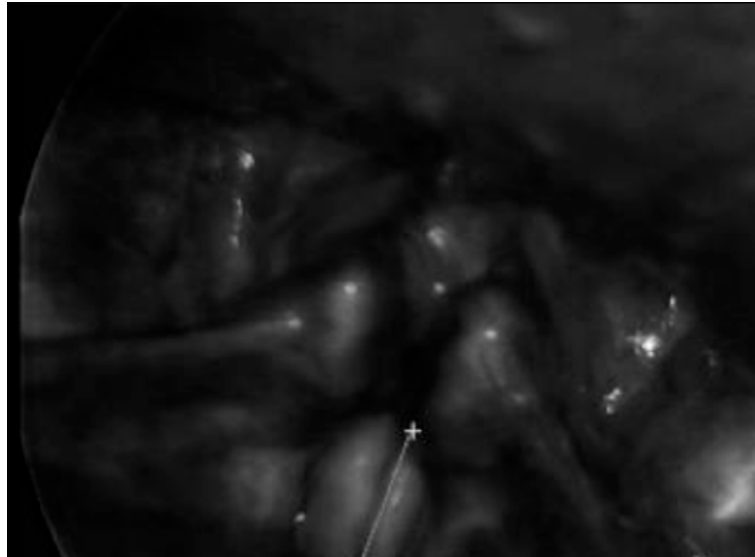
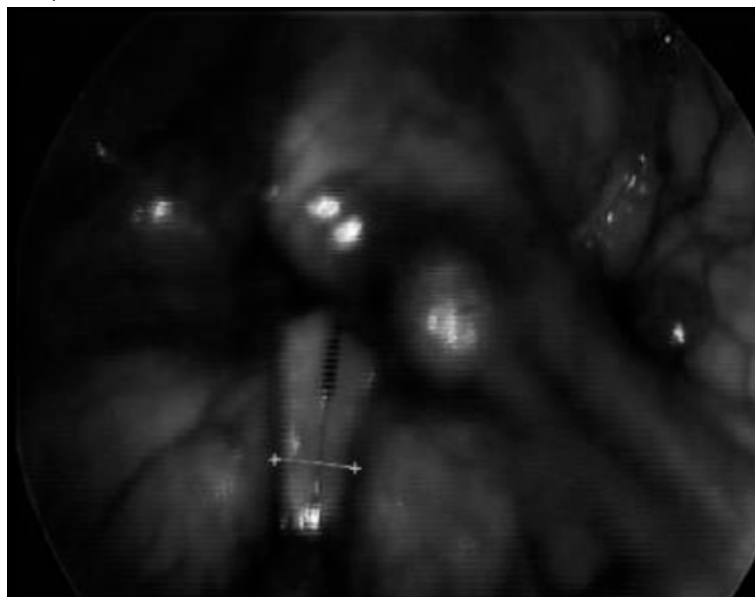


Figura 7

Laringoscopia con actividad supraglótica de componente medial. Tomado de Petekkaya, Yücel y Sürmelioglu (2019)



Existe evidencia de que la compresión antero-posterior podría contribuir favorablemente a la calidad vocal de los cantantes que sepan usarla (Mayerhoff et al., 2013). En esta misma línea, Guzman et al. (2016) apuntan la posibilidad de desarrollar algún trastorno vocal aun cuando un profesional se encuentre entrenado si las compresiones se realizasen durante períodos largos de tiempo. Stager et al. (2000) y Stager et al. (2003) observaron, además, la presencia de movimientos de la actividad supraglótica durante la fonación, clasificándolos en estáticos y dinámicos. El movimiento de componente estático representa la posición de las estructuras supraglóticas durante el inicio de la producción de la voz hasta su finalización (Alipour y Finnegan, 2013; Bailly et al., 2014; Petekkaya et al., 2019), pudiendo considerarse como la configuración laríngea típica sin importar el tipo de habla de un sujeto (Alipour y Finnegan, 2013). Por otra parte, el movimiento de componente dinámico representa la compresión medial rápida y corta de los pliegues vocales falsos que puede tener lugar varias veces o no llegar a hacerlo durante la fonación (Bailly et al., 2014; Petekkaya et al., 2019). En línea con lo anterior, la compresión antero-posterior se presenta como un componente estático, y la compresión medial como un componente estático y dinámico (Petekkaya et al., 2019; Stager et al., 2001). No obstante, una compresión medial excesiva de esta región haría imposible la vibración de los pliegues vocales verdaderos, así como un alto nivel de compresión antero-posterior estaría más relacionado con pacientes que presenten disfonía (Behrman et al., 2003; Petekkaya et al., 2019). En el estudio de Stager et al. (2003), se encontraron diferencias significativas en 37 sujetos en la actividad supraglótica antero-posterior y medial en función del sexo. El grupo de hombres presentó mayor actividad estática antero-posterior y medial que el grupo de mujeres mientras que el componente medial asociado al comienzo del habla era mayor en el grupo de mujeres. En un estudio en cantantes profesionales, Mayerhoff et al. (2014) encontraron también una actividad supraglótica antero-posterior similar con diferencias significativas en el hombre. La actividad dinámica medial del estudio de Stager et al. (2003) fue asociada a la oclusión glotal (*glottal stops*). *La oclusión glotal aparece, de manera general, entre una palabra que termina en un sonido de vocal y la siguiente palabra que comienza también con vocal, siendo una función normal de la actividad de las falsas cuerdas vocales (Stager, 2011). Suceden cuando no hay vibración de los pliegues vocales verdaderos ni flujo de aire (Stager et al., 2003). Sin embargo, aunque la oclusión glotal suele aparecer principalmente en lenguas inglesas, existen excepciones como el reemplazo de la /s/ elidida por la articulación oclusiva glotal /ʔ/ en zonas del oeste de España, así como en otros dialectos de la península, otras variedades hispanoamericanas y el español de Filipinas (Cortés Gómez, 1979; Valentín-Márquez, 2006). Por otro lado, Stager et al. (2003) señala que la actividad supraglótica estática podría sugerir un patrón de uso vocal con tensión muscular excesivo, aunque los resultados encontrados por Stager et al. (2000) no apoyan que una actividad en esta área pueda ser el origen en el desarrollo patologías vocales como los nódulos vocales. El estudio de Nemetz et al. (2005) también encontró diferencias en la compresión medial entre hombres y mujeres. Los autores analizaron 60 imágenes de laringoscopias de sujetos controles con voz normal y 60 imágenes de sujetos con disfonías orgánicas. Esto permitió definir tres configuraciones en los pliegues vocales falsos que posteriormente fueron clasificadas en función de si presentaban una configuración convexa (cuando el margen libre de los pliegues vocales falsos se encuentra medialmente localizado a los pliegues vocales verdaderos), cóncava (cuando lo hacen lateralmente a los verdaderos) o lineal (cuando el margen se superpone o se encuentra muy cerca de los verdaderos). Los resultados indicaron que la configuración cóncava era la más común, siendo la configuración convexa la más relacionada con una mayor compresión medial tras la lineal. Sin embargo, los datos del estudio no apoyaron al de Stager et al. (2003) al encontrar diferencias entre hombres y mujeres respecto a la configuración convexa, presentando estas últimas mayor incidencia. Con todo, y a pesar de lo que hemos descrito, aún se desconoce la participación real de los pliegues vocales falsos durante la fonación, así como de los cambios fisiológicos que suceden durante el esfuerzo vocal (Nemetz et al., 2005; Petekkaya et al., 2019), aunque algunos autores como Stager et al. (2003) sugieren que podrían tener un papel activo en la producción de la voz (Alipour y Finnegan, 2013).*

Papel del nivel supraglótico en la deglución

Tradicionalmente, las estructuras supraglóticas han sido relacionadas con el cierre del lumen laríngeo durante la deglución y otros reflejos primitivos como la tos o las náuseas (Alipour y Finnegan, 2013; Bailly et al., 2014; Olthoff, Schiel y Kruse, 2007; Pinho et al., 1999). La deglución es un complejo mecanismo de coordinación de estructuras anatómicas y de eventos fisiológicos que tiene como resultado final la llegada del bolo alimenticio al estómago desde la boca en un sistema aerodigestivo cerrado (Alvo y Olavarría, 2014; Clarett et al., 2014; Dua et al., 1997). La deglución puede separarse en distintas fases: preparatoria, oral, faríngea y esofágica (Alvo y Olavarría, 2014; Dodds, Stewart y Logemann, 1990; Dua

et al., 1997). La alteración en las distintas fases de la deglución puede comprometerse, dando como resultado disfagia, aspiraciones o regurgitaciones, entre otras alteraciones (Alvo y Olavarría, 2014). Se debe tener en cuenta que la disfagia puede presentarse ante determinados tipos de alimentos y con otros no, pudiendo ser un trastorno variable a lo largo del tiempo (Alvo y Olavarría, 2014). Cuando la dificultad está presente para movilizar el bolo alimenticio desde la boca al esófago se habla de disfagia orofaríngea (Clavé et al., 2007) y cuando el alimento se detiene en el esófago, o genera sensación de hacerlo recibe el nombre de disfagia esofágica, baja, de tránsito o de transporte (Casado-Caballero, Delgado-Maroto y Íñigo-Chaves, 2017; López, Iglesias y Díaz, 2018). La prevalencia es mayor en la disfagia orofaríngea (Dwivedi et al., 2012; Patterson, Brady y Roe, 2016; Perry, Lee, Cotton y Kennedy, 2016; Riffat, Gunaratne y Palme, 2015; Vaamonde, Rico y Martín, 2018) frente a la disfagia esofágica (Casado-Caballero et al., 2017; Spechler, 1999). Durante la fase preparatoria y oral se forma el bolo alimenticio y es transportado. En la fase faríngea, la lengua, el velo del paladar, la laringe e hipofaringe coordinan el desplazamiento del bolo. Los pliegues vocales verdaderos y los pliegues vocales falsos se cierran, mientras que la epiglotis bascula posteriormente, la laringe se eleva y se contrae la faringe. En la fase esofágica se inician las ondas peristálticas y el esfínter esofágico superior comienza a relajarse (Alvo y Olavarría, 2018).

Anatomía tras laringectomía supraglótica

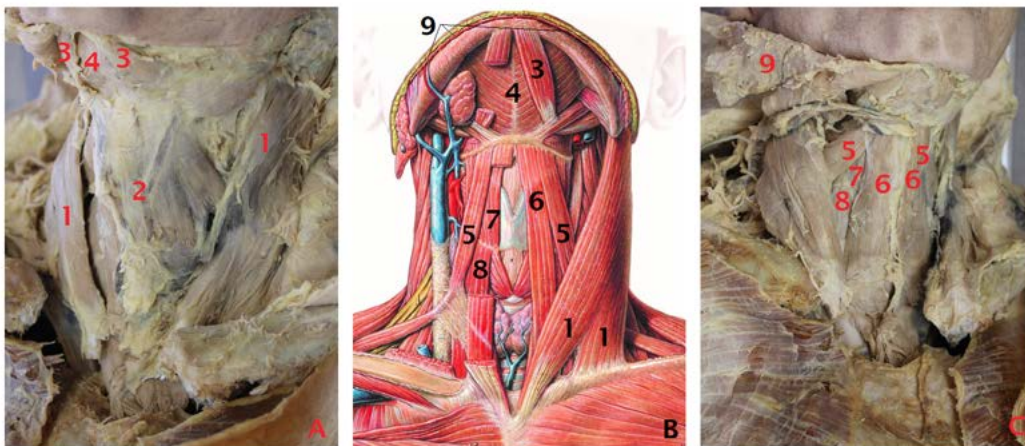
La cirugía realizada en estos pacientes supone una pérdida de tejidos, así como cambios anatómicos y estructurales que pueden dañar nervios, con el consiguiente déficit motor o sensitivo (Vaamonde et al., 2018). Se produce una pérdida de estructuras que protegen la entrada a la vía aérea, como la epiglotis (Arrese y Lazarus, 2013), así como del hueso hioides por lo general (Ogura, Biller, Calcaterra y Davis, 1969; Pauloski, 2008) y tal y como se aprecia en los resultados de la disección anatómica y en el estudio de caso del paciente.

En primer lugar, mostramos las imágenes los resultados por pasos de la laringectomía supraglótica que reproducimos en el cadáver.

1. Incisión en la piel del cuello y disección de los planos superficiales

Figura 8

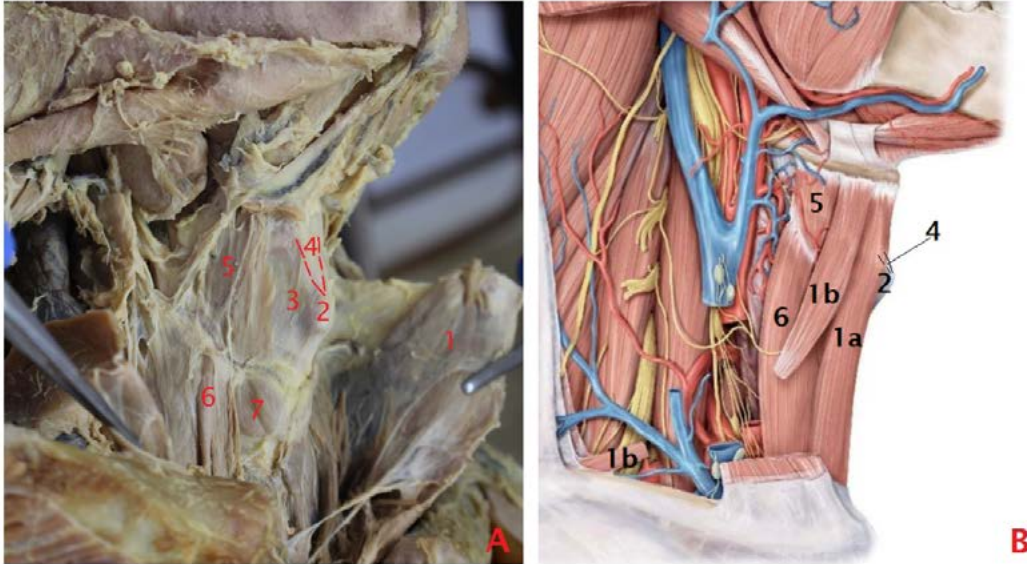
Vista anterior del cuello (Figuras A y C) comparada con imagen de un atlas (Figura B). En la Figura A se aprecian los músculos esternocleidomastoideos (1), la vena yugular anterior (2), los vientres anteriores de los músculos digástrico (3) y el músculo milohioideo (4). En la figura B y en la C pueden apreciarse el vientre superior de los músculos omohioideo (5), los músculos esternohioideo (6), el músculo tirohioideo derecho (7), el músculo esternotiroideo derecho (8) y el músculo cutáneo del cuello desinsertado (9). Elaboración propia a partir de imagen modificada tomada de Paulsen y Waschke (2018)



2. Desinserción de los músculos infrahioideos: omohioideo y esternohioideo

Figura 9

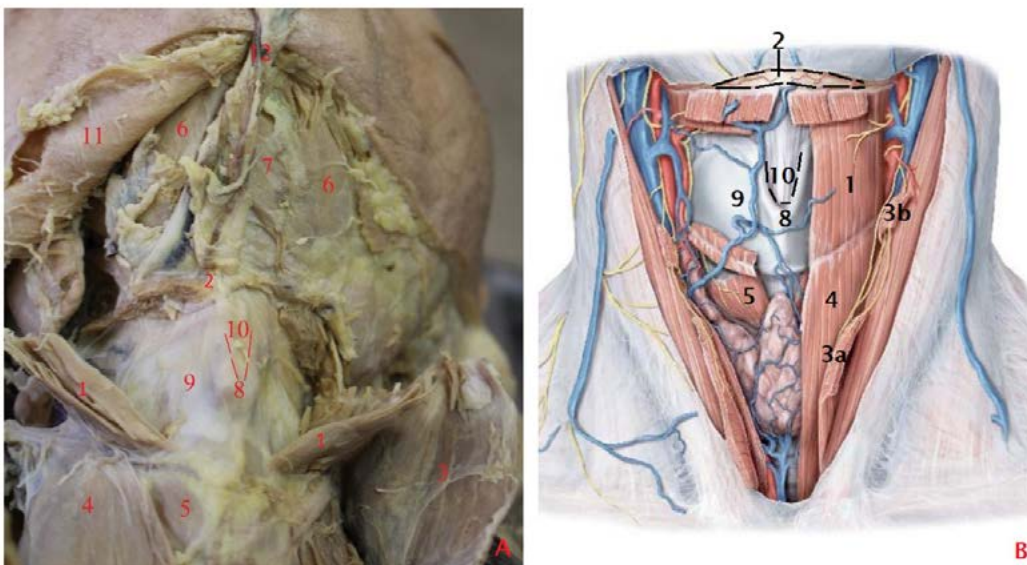
Vista anterior del cuello en una disección anatómica realizada en un plano más profundo en el cadáver (Figura A) y comparada con imagen de un atlas (Figura B). Pueden observarse los músculos esternohioideo (1a) y omohioideo (1b) en la Figura B y los músculos esternohioideo y omohioideo izquierdos desinsertados en bloque (1) a nivel de hioides en la Figura A. Se observa en ambas figuras la prominencia laríngea del cartílago tiroides (2), la lámina cuadrilátera del cartílago tiroides (3), la escotadura tiroidea superior (4), el músculo tirohioideo derecho (5), el músculo esternotiroideo derecho (6) y el músculo cricotiroideo derecho (7). Elaboración propia a partir de imagen modificada tomada de Gilroy (2013)



3. Desinserción de los músculos infrahioideos: tirohioideo

Figura 10

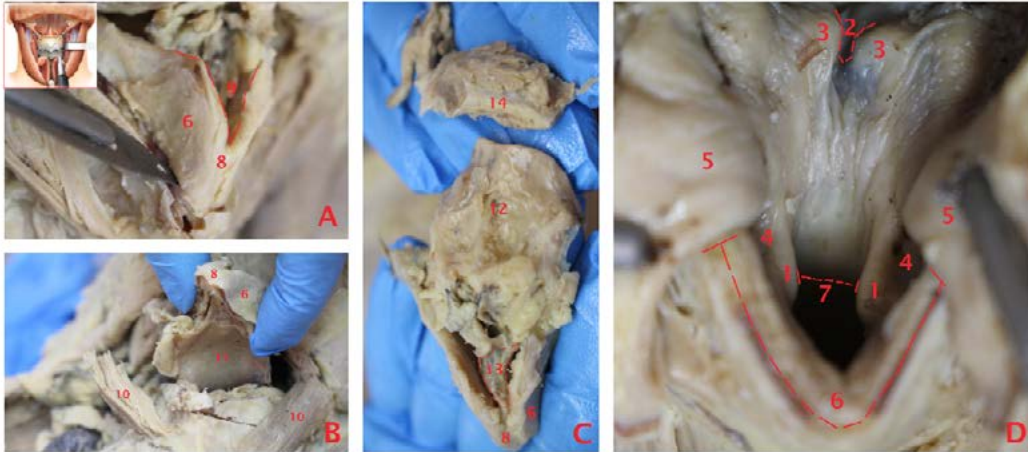
Vista frontal del cuello de una disección anatómica (Figura A) comparada con imagen de un atlas (Figura B). Se aprecian los músculos tirohioideos desinsertados (1) del hueso hioides en la Figura A. Se identifican los músculos esternohioideo(3a) y omohioideo(3b) izquierdos desinsertados en bloque en el caso del cadáver (3) a nivel de hioides (2), el músculo esternotiroideo, desinsertado en el cadáver (4), el músculo cricotiroideo derecho (5), los vientres anteriores del músculo digástrico (6), el músculo milohioideo (7), la prominencia laríngea del cartílago tiroides (8), la lámina cuadrilátera del cartílago tiroides (9), la escotadura tiroidea superior (10), el músculo cutáneo del cuello desinsertado en la Figura A (11) y la vena yugular anterior cortada en la Figura A (12). Elaboración propia a partir de imagen modificada tomada de Gilroy, MacPherson, Schuenke, Schulte y Schumacher (2009)



4. Laringectomía supraglótica

Figura 11

Vistas del cartílago tiroides cortado (Figura A y B) y retirado junto a epiglotis y fragmento del hueso hioides (Figura C), y vista superior de la cavidad laríngea tras realizar la laringectomía supraglótica (Figura D). En esta última se aprecian los pliegues vocales verdaderos (1), la escotadura interaritenóidea (2) entre los cartílagos aritenoides derecho e izquierdo (3), el ventrículo laríngeo (4), los pliegues vocales falsos diseccionados (5), el cartílago tiroides cortado (6) por encima de la hendidura glótica (7). En el resto de figuras se observan el cartílago tiroides cortado (6) con la prominencia laríngea (8), la escotadura tiroidea superior (9), los músculos tirohioideos desinsertados (10) del hueso hioides, la cara interna (11) y externa (12) de la epiglotis, así como su base (13), y un fragmento cortado del hueso hioides (14). Elaboración propia a partir de imagen modificada tomada de Rangel (2015)



En segundo lugar, se muestran estos cambios anatómicos en el caso concreto de un paciente real mediante las imágenes de tomografía previas y posteriores a la intervención quirúrgica del paciente, así como capturas de imagen de una endoscopia realizada tras dos meses de la operación.

Figura 12

Imagen tomográfica previa a la intervención quirúrgica del paciente. Se aprecia infiltración tumoral en la epiglotis, rodeada en rojo. Imágenes cedidas por paciente

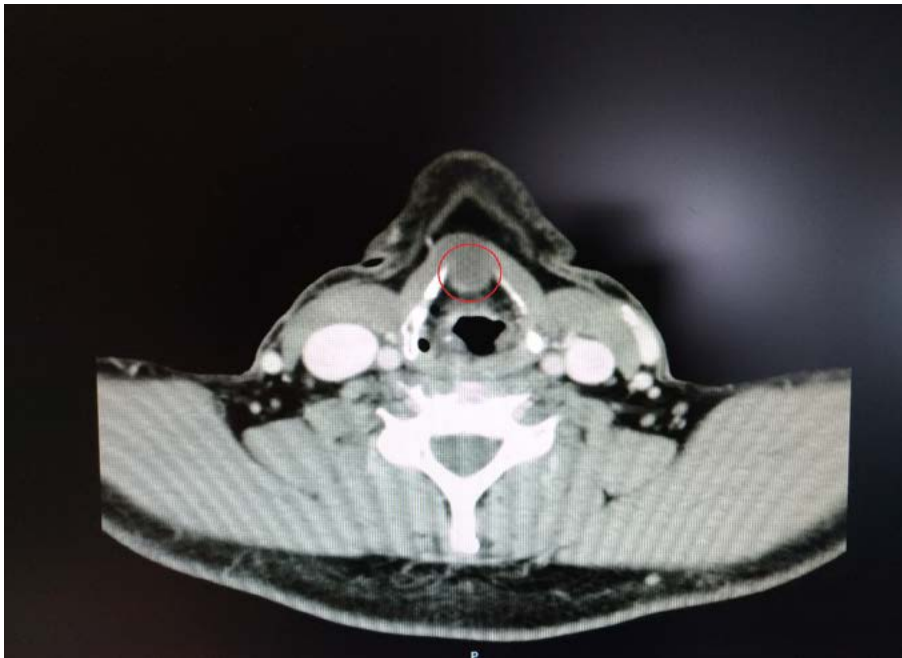


Figura 13

Imagen tomográfica posterior a la intervención quirúrgica del paciente. En rojo, región anterior de laringe sin epiglotis. Imágenes cedidas por paciente

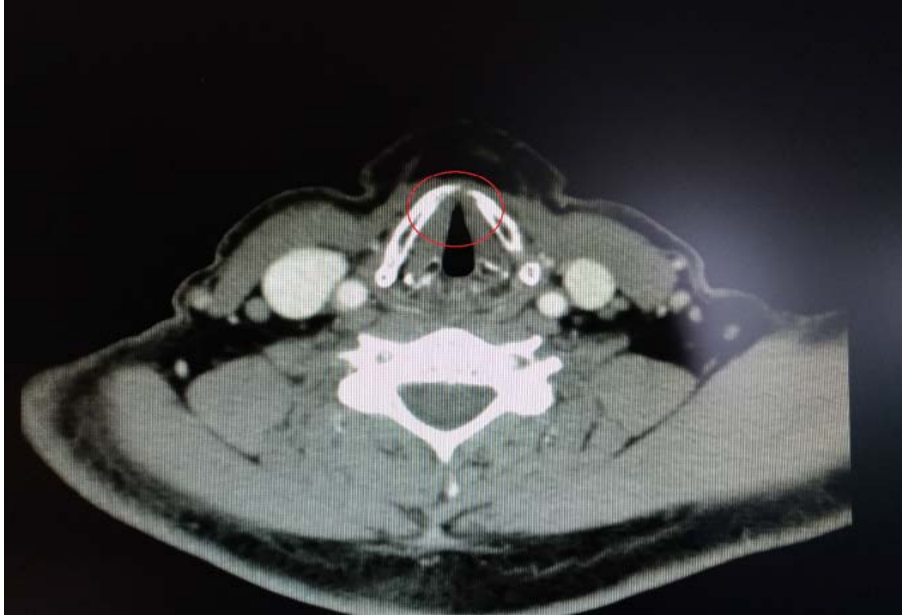
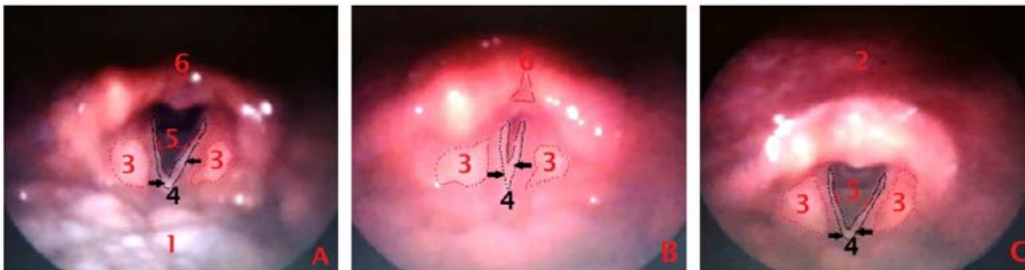


Figura 14

Imágenes obtenidas de la endoscopia tras la laringectomía supraglótica. La figura A corresponde a la fase respiratoria; la figura B muestra la fase de fonación; la figura C muestra la abducción producida tras la fase blanca de la deglución. Se observa la base de la lengua (1) y la ausencia de epiglotis. La pared posterior de faringe (2) solo es apreciable en la figura C. La resección de los pliegues vocales falsos (3) se realizó parcialmente, pudiendo observarse mayor conservación del pliegue derecho. En las figuras A y C los pliegues vocales verdaderos (4) se encuentran en abducción, así como los pliegues vocales falsos (3). La hendidura glótica desaparece (5) durante la fonación en la figura B. La escotadura interaritenoides (6) se agranda en la figura C, antes de comenzar la abducción tras una deglución. Imágenes cedidas por paciente.



Cambios en la voz y deglución tras una laringectomía supraglótica

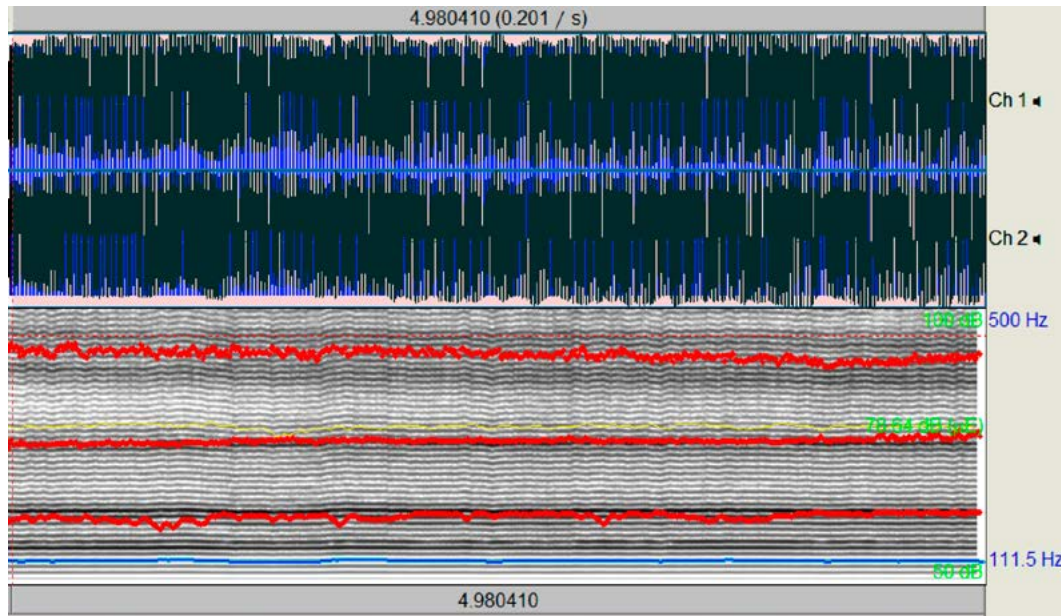
La evaluación perceptual de la voz del paciente no ha revelado un impacto demasiado alto en cuanto a las dimensiones de la calidad vocal de la escala GIRBAS durante la emisión de una vocal sostenida /a/ de 4,98 segundos de duración, que cuantificamos del siguiente modo: ruidos aperiódicos (R=2); ruidos aéreos (B=0-1); inestabilidad (I=0-1). Comparando los resultados con una muestra de lectura, se observa un cambio cualitativo en la dimensión de ruidos aperiódicos (R=1). Sin embargo, las otras dos dimensiones estudiadas mantienen los mismos valores. Los resultados encontrados con el incremento de ruidos aperiódicos sugerirían la afectación de la oscilación de la mucosa de los pliegues verdaderos como consecuencia de la exéresis de la región supraglótica.

En el análisis acústico digital basado en el espectro tonal se observa una frecuencia fundamental (F0) de 111,49Hz, que comparada al valor normativo (104,37Hz) se encuentra ligeramente aumentada, coincidiendo con la percepción auditiva más aguda que su familia describió tras la cirugía y con los valores encontrados (114,07±8,86 Hz) en los pacientes estudiados por Topaloğlu et al. (2014), apoyando la idea de los efectos de la región supraglótica en la frecuencia fundamental. La intensidad se encuentra ligeramente aumentada (78,64 dB) frente a la normalidad de una conversación (65-70 dB) (véase Figura 15). El jitter (0,166%), inferior al 1%, indica que no hay perturbación en la frecuencia de la onda. El shimmer (0,146 dB) es menor a 0,21 dB, por lo que no existe perturbación de la amplitud de

la onda. La proporción de armónicos es mayor respecto a la de ruidos, según indica el valor de 23,429 dB, superior a 17 dB. Estos resultados no apoyarían la idea de que la oscilación de la mucosa de los pliegues vocales verdaderos se vea afectada como consecuencia de la falta de la región supraglótica.

Figura 15

Oscilograma y espectrograma de banda estrecha del segmento de sonido analizado. Se aprecia la frecuencia fundamental (F0) en la línea azul inferior de 115,5 Hz, y la intensidad en la línea amarilla de 78,64 dB. Se observa la definición de los formantes (líneas rojas) a lo largo del eje temporal. Elaboración propia.



En cuanto al análisis del espectro vocal, desde un plano secuencial, se ofrece una imagen de armónicos bien definidos y más o menos periódicos durante toda la emisión. Se analizó el ancho de banda del primer (129,25 Hz), segundo (254,63 Hz) y tercer formante (304,98 Hz) encontrando aumentadas las del segundo y el tercero respecto a la normalidad (≤ 180 Hz), por lo que señalan una intensidad débil y presencia de aperiodicidad de la onda. Se obtuvo únicamente el valor del tercer formante, al ser el de mayor interés para este trabajo. El paciente presentó un aumento considerable de este (4134 Hz) frente a los valores normativos (2500-2800 Hz).

Debido a que los pliegues vocales falsos añaden eficiencia a la vibración de los verdaderos, además de poder reducir la eficiencia de la producción de la voz (Stager, 2011), sería posible, como señalan Topaloğlu et al. (2014), que la calidad de esta se viese alterada tras la desaparición de la región supraglótica. En este sentido, Topaloğlu et al. (2014) señalan cómo la resección de la base de la lengua o los cartílagos aritenoides también podrían repercutir en la voz. Para ello, examinaron la frecuencia fundamental, el jitter, el shimmer y la relación entre armónicos-ruido (HNR) en 33 varones que fueron intervenidos con esta cirugía. Contrario a lo esperado, encontraron en ellos una calidad de voz aceptable. En otro estudio, de Alicandri-Ciufelli et al. (2012), en el que compararon la preservación de 1 o 2 cartílagos aritenoides, tampoco encontraron diferencias en la calidad de la voz de este tipo de pacientes (Topaloğlu et al., 2014).

Los estudios realizados ex vivo en laringes caninas de Alipour y Finnegan (2013) apuntan cómo las laringes con estructuras supraglóticas produjeron una mayor intensidad, sin ver modificada la presión subglótica. Los autores sugieren que la oscilación de los pliegues vocales falsos genera una segunda fuente de sonido, añadiendo dicha intensidad, o que la presencia de las estructuras supraglóticas reforzaría la fuente del flujo glotal, aumentándola. En dichas laringes, tras extirpar la región supraglótica, se midieron peores valores acústicos en las frecuencias más elevadas. Se esperaría, por tanto, que un paciente con estas características viese reducido, y por ende afectado, el formante del canto (Sundberg, 1974).

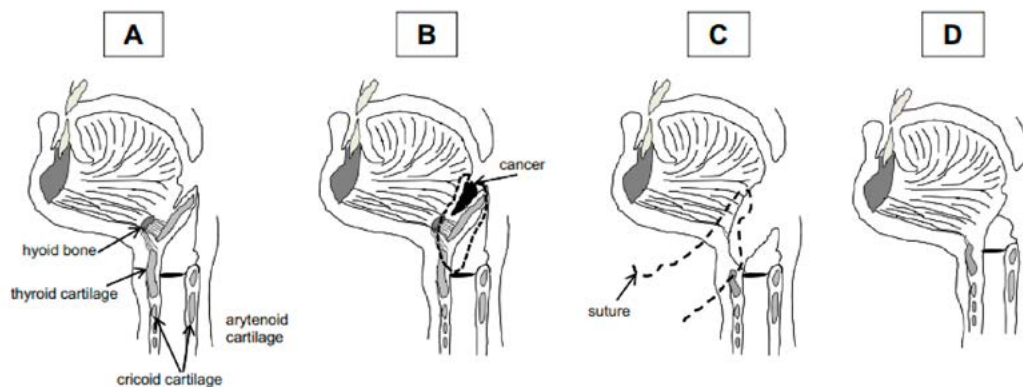
No ha podido realizarse ninguna evaluación sobre el estado de la deglución del paciente. Únicamente contamos con la información perceptiva descrita por el propio paciente, que indicó gran dificultad ante cualquier tipo de bolo alimenticio durante las primeras semanas tras la operación. Debido a la presencia parcial de los pliegues vocales falsos, el paciente indicó como a veces siente mayor dificultad para deglutir alimentos si gira la cabeza hacia el lado derecho. Además, indica mayor dificultad para

girar la cabeza hacia los lados como posible consecuencia de la resección de ambos músculos esternocleidomastoideos. En cuanto a la realización de esfuerzos, indicó que sólo siente que ha perdido fuerza a la hora de realizar ejercicios esporádicamente. Presenta parestesias irregulares en el cuello, aunque asegura que ha recuperado sensibilidad desde la fecha de su intervención. Su ambiente de trabajo no favorece su higiene vocal, al estar respirando pintura constantemente.

Se conoce que las estructuras supraglóticas están involucradas en los procesos de fonación, respiración y deglución (Alipour y Finnegan, 2013). Por tanto, una resección quirúrgica de esta parte de la laringe puede afectar a la seguridad y a la eficacia de la deglución (Starmer et al., 2008). En especial, en este tipo de intervención quirúrgica se cortan músculos infrahioideos y se extraen secciones del cartílago tiroides junto a una parte de la mucosa sana (Bagwell, Leder y Sasaki, 2015). Uno de los principales mecanismos protectores de la laringe ante aspiraciones es el de elevación. Al elevarse verticalmente, gracias a la musculatura suprahioidea, se produce el acortamiento de la faringe y el esfínter cricofaríngeo se abre (Diez Gross y Eibling, 1999; Rodríguez et al., 2018). La elevación del complejo laríngeo y del hueso hioides ejerce tracción anterior de la base de la epiglotis sobre los ligamentos hioepiglóticos, provocando que la epiglotis se pliegue horizontal y posteriormente para proteger la vía aérea (Ceriana et al., 2015; Rodríguez et al., 2018). Es por ello por lo que cabe esperar, entre distintos aspectos mecánicos afectados, que los pacientes que han experimentado una laringectomía supraglótica presenten dificultades en la deglución, fundamentalmente a la hora de la elevación laríngea (Arrese y Lazarus, 2013). De igual modo, Rodríguez et al. (2018) señalan como el acortamiento de la hipofaringe en los pacientes traqueotomizados genera un mayor tiempo en la fase faríngea de la deglución, provocando el consiguiente riesgo de aspiraciones al abrirse la glotis en presencia de alimentos. La severidad de la disfagia está ligada a algunos factores como la localización del tumor, el volumen que se reseque y el tipo de reconstrucción (Patterson et al., 2016; Vaamonde et al., 2018). En relación al área reseca, Arrese y Lazarus (2013) señalan que la lengua, la base de la lengua y los cartílagos aritenoides serían estructuras especialmente sensibles dada su papel en el manejo y transporte del bolo alimenticio (Vaamonde et al., 2018), pudiendo generar estasis tras la deglución y/o riesgo de penetraciones y aspiraciones (Lazarus, 2000; Starmer et al., 2008). Jung, Kim y Joo (2011) describieron una incidencia de aspiraciones de entre el 50-67% en pacientes con una laringectomía supraglótica. En un estudio reciente realizado por Breunig, Benter, Seidl y Coordes (2016) concluyeron cómo la funcionalidad de la deglución estaría determinada según la afectación de la base lingual tras la resección quirúrgica. Sobre estos datos, los autores postulan el alto riesgo de aspiraciones y/o penetraciones ante la imposibilidad de que la base de la lengua pueda cerrar la entrada a laringe durante la deglución. Russi et al. (2012) señalan, en relación con las aspiraciones, el riesgo elevado de que presenten una clínica silente en estos pacientes. Por otro lado, la disfagia podría retrasarse, llegando a aparecer incluso años después de la laringectomía supraglótica (Bagwell et al., 2015). En la Figura 16 se muestra el esquema de una resección siguiendo la técnica descrita por Alonso, en la que se incluyen partes del hueso hioides y la parte de arriba del cartílago tiroides, así como la posterior sutura del resto del cartílago a la base lingual para permitir que esta solape al cartílago (Breunig et al., 2016).

Figura 16

Resección de estructuras supraglóticas mediante la técnica descrita por Alonso. Tomada de Breunig, Benter, Seidl y Coordes (2016)



Un importante factor tras la cirugía es la rehabilitación funcional de la deglución, que puede verse modificada en estos pacientes tras recibir el alimento mediante una sonda nasogástrica (Gañán, 2013). Algunos autores describirían un período de hasta 3 meses para la recuperación de una dieta basal (Lazarus, 2000; Logemann et al., 1994; Starmer et al., 2008). Breunig et al. (2016) encontraron que el tiempo de retirada de la sonda nasogástrica tenía una fuerte correlación en función del ancho de la base de la lengua afectada. En ocasiones, la deglución segura nunca es alcanzada (Starmer et al., 2008). Otro aspecto que debe ser considerado en este tipo de intervención es la aplicación de quimioterapia o radioterapia postquirúrgica, aunque no siempre sea necesaria (Suárez, Rodrigo, Llorente, Herranz y Martínez, 1995; Valdés et al., 2018). La repercusión que la cirugía puede tener en la deglución varía dependiendo de la resección que realice (Alicandri-Ciuffelli et al., 2012; Topaloğlu et al., 2014). No obstante, algunos autores como Arrese y Lazarus (2013) señalan la disfagia como un trastorno común tras la laringectomía supraglótica.

Los resultados descritos de nuestro paciente, sumados a la buena calidad vocal que perceptivamente describe su familia, se verían apoyados por una conservación parcial de los pliegues vocales falsos.

Discusión

Algunos autores como Titze y Story (1997) señalan cómo la epiglotis, las paredes faríngeas, la entrada a los senos piriformes, los pliegues vocales falsos, y los pliegues ariepiglóticos pueden ajustarse para crear distintos efectos vocales especiales. El flujo de aire resultante de los pliegues vocales verdaderos genera la señal acústica primaria, compuesta del tono básico o frecuencia fundamental y sus armónicos superiores. Esta fuente de sonido se ve modulada en el tracto vocal (Kniesburges et al., 2017) por lo que se esperaría una alteración en la calidad vocal de los pacientes con laringectomías supraglóticas. En este sentido, el papel del tubo epilaríngeo, conformado por las estructuras anteriormente descritas, actuaría como un pequeño resonador dentro del tracto vocal en el que se concentra una gran cantidad de energía acústica a aproximadamente 3000 Hz, el formante del canto (Nemetz, Pontes, Vieira y Yazaki, 2005; Sundberg, 1974; Titze y Story, 1997), además de afectar a la columna de aire producida durante la fonación, acelerando o disminuyéndola, como consecuencia de la presión generada en esta área (Titze et al., 2001; Topaloğlu et al., 2014). Este formante está relacionado con la proyección de la voz, además de dotarla de belleza (Bermúdez, 2003). Del mismo modo, otras estructuras como los senos piriformes pueden tener un profundo efecto en la resonancia de la voz (Titze y Story, 1997). En otro estudio, Dang y Honda (1997) señalaron que los senos piriformes podrían actuar como “absorbedores” de la energía acústica del formante. De igual modo, el ventrículo laríngeo también ha sido considerado como un filtro acústico (Alipour y Finnegan, 2013).

La voz resonante, que no debe ser confundida con la nasalidad, puede definirse como una producción de voz fácil de producir y vibrante en los tejidos faciales siendo un tipo de producción vocal objetivo en términos de salud vocal por distintos clínicos (Titze, 2001; Verdolini-Marston, Katherine Burke, Lessac, Glaze y Caldwell, 1995). En relación con esto, la voz resonante parece presentar una motilidad equilibrada de aducción laríngea y una vibración de los pliegues vocales verdaderos reforzada por el tracto vocal (Titze, 2001). Como resultado de la resección de la región supraglótica, se esperaría que un paciente tuviese que ejercer más presión para producir una voz más fuerte, dificultando su proyección (Starmer et al., 2008).

Los estudios acerca de la contribución de los pliegues vocales falsos a la voz hablada son limitados (Agarwal et al., 2003; Alipour y Karnell, 2014; Allen y Hollien, 1973; Behrman et al., 2003; Kelley, Colton, Casper, Paseman y Brewer, 2011; Shadle et al., 1991; Steffen, Vieira, Yazaki y Pontes, 2011; Van Der Berg, 1955), aunque parece haber acuerdo en asumir que están involucrados en la fonación. Por otra parte, autores como Agarwal et al. (2003) señalan la importancia de conocer mejor la forma y el tamaño de los pliegues vocales falsos para la rehabilitación. Estos autores describen diferencias en estas características, aunque son principalmente asociadas a sujetos con voz cantada y no hablada.

Existe la creencia de la existencia de una fuerte interacción física entre los pliegues vocales verdaderos y los falsos, siendo ampliamente apoyada (Bailey et al., 2014). En este sentido, encontramos que el estudio realizado por Bailey et al. (2010) estudió la vibración combinada de ambos tipos de pliegues vocales durante la producción de un sonido de tono bajo, por lo que dificulta la transferencia a lo que sucede durante la fonación durante el habla. Otros estudios sugieren que, durante la fonación normal, la presencia de los pliegues vocales falsos incrementaría la cantidad de armónicos del sonido (Birk et al., 2016; Finnegan y Alipour, 2009; Kniesburges et al., 2017), por lo que se esperaría una reducción de estos en los pacientes laringectomizados supraglóticos. Pese a ello, estos estudios se realizaron comparando resultados de dos laringes humanas extirpadas frente a otras caninas, puesto

que según algunos autores las características fonatorias de estas últimas son muy similares a las del humano, al menos al ser extirpadas (Alipour y Karnell, 2014; Alipour, Finnegan y Jaiswal, 2013), aunque existen discrepancias al respecto debido a aspectos como la diferente histología que presenta la laringe de perro respecto a la humana, careciente de capa intermedia de la lámina propia y un epitelio escamoso estratificado más ancho, o a la diferente oscilación de los pliegues vocales verdaderos posiblemente debida a las variaciones fisiológicas entre especies (Birk et al., 2016).

Considerando los distintos estudios realizados en laringes sintéticas, extirpadas humanas y caninas que detectaron una disminución de la presión de umbral fonatorio en presencia de pliegues vocales falsos (Alipour y Finnegan, 2013; Alipour, Jaiswal y Finnegan, 2007; Bailly et al., 2008; Birk et al., 2016; Kniesburgues et al., 2017; Sadeghi et al., 2019; Zheng et al., 2009), se espera que este tipo de pacientes hayan visto incrementados los mismos, requiriendo, por ello, mayor esfuerzo para iniciar la fonación que antes de la intervención quirúrgica, aunque no hay datos que confirmen hasta qué punto su fonación se vería dificultada. Al no haber podido realizar una medida antes de la operación en nuestro paciente no se analizó este factor.

Kniesburgues et al. (2017) en la misma línea sugieren, sobre la base de los estudios en modelos laríngeos sintéticos de Drechsel y Thomson (2008) y Farbos de Luzan et al. (2015), que la presencia de los pliegues vocales falsos aumentaría la eficiencia de energía aerodinámica convertida parcialmente a energía dinámica entre el flujo glotal y los pliegues vocales verdaderos durante la fonación. Otros estudios investigaron mediante modelos rígidos de laringes y computacionales los efectos de los pliegues vocales falsos en el flujo glótico, encontrando cómo el espacio entre estos tendría un efecto significativo en la aerodinámica del mismo (Farahani, Mousel, Alipour y Vigmostad, 2013).

Es posible realizar una explicación física sobre lo que sucede según la siguiente ecuación: (Sadeghi et al., 2019; Van Den Berg, Zantema y Doornenbal, 1957), permitiendo comprender que el cambio de presiones, consecuencia de la laringectomía supraglótica, que sucede en la laringe de un paciente afecta al flujo de aire (Q) que se transmite por la región supraglótica. Como señala Titze (2004), si la presión supraglótica fuera de un valor de 0, la producción de la voz no sucedería al no existir excitación del tracto vocal (Topaloğlu, 2014).

Sin embargo, los estudios sobre la influencia de los pliegues vocales falsos en la aerodinámica del flujo glotal y en las oscilaciones de los pliegues vocales verdaderos han sido realizados, principalmente, en modelos computerizados (Sadeghi et al., 2019), pudiendo encontrar resultados contradictorios como el de Kucinschi et al. (2005) en su modelo estático de Plexiglas, en el que el flujo glotal se comportó de una forma parecida con o sin presencia de estructuras similares a los pliegues vocales falsos (Alipour y Karnell, 2014). por lo que los cambios producidos, extrapolados a un paciente con una laringectomía supraglótica, deben ser interpretados con cautela.

Pese a la gran cantidad de estudios con modelos laríngeos, la mayoría de los hallazgos apoyan la hipótesis de que la presencia de los pliegues vocales falsos mejora la eficiencia de la fonación normal (Farahani et al., 2013; Farbos de Luzan et al., 2015; Kniesburgues et al., 2017; Sadeghi et al., 2019), así como un aumento de las fuerzas aerodinámicas de los pliegues vocales verdaderos y de los armónicos del sonido (Mihaescu et al., 2013; Sadeghi et al., 2019). La epiglotis también repercutiría, en función de su posición, en distintos parámetros aerodinámicos y acústicos (Alipour y Finnegan, 2013; Finnegan y Alipour, 2009). Sin embargo, a pesar de que el principal efecto de los pliegues vocales falsos en cuanto a aspectos aerodinámicos sea favorecer el flujo glótico (Farbos de Luzan et al., 2015; Kucinschi et al., 2005; Li, Wan y Wang, 2007; Mihaescu, Khosla y Ephraim, 2013; Sadeghi et al., 2019; Zheng, Bielamowicz, Luo y Mittal, 2009) otros estudios computerizados sugieren que este puede llegar a ser deflectado, incluso en presencia de los pliegues vocales falsos (Luo, Mittal y Bielamowicz, 2009; Sadeghi et al., 2019; Šidlof, Zörner y Hüppe, 2014; Zörner, Šidlof, Hüppe y Kaltenbacher, 2016). Por otra parte, autores como Sadeghi et al. (2019) critican la inconsistencia en los resultados e interpretación de estudios computacionales que concluyen efectos similares respecto a la presencia de pliegues vocales falsos a parámetros de resistencia al flujo glótico y al aumento de la eficiencia. Alipour y Finnegan (2013) señalan también limitaciones en estos modelos, que, al carecer de vibración de pliegues vocales falsos, no aportarían información relevante a la contribución acústica que estos y el ventrículo laríngeo realizan.

En un estudio de Kniesburgues et al. (2017) encontraron cómo la variación del espacio entre ambos pliegues vocales falsos podría modificar la eficiencia del flujo de aire proveniente del área subglótica, afectando a la sonoridad del habla, similar a los efectos descritos en el estudio de Alipour y Scherer (2012) en el que se encontró una relación entre el tamaño de este espacio y la presión producida en los ventrículos laríngeos en un modelo de laringe extirpada (Kniesburgues et al., 2017). En un estudio posterior, Alipour y Karnell (2014) encontraron cómo un espacio más ancho entre los pliegues

vocales falsos estaba asociado a un incremento de la frecuencia fundamental, además de disminuir la resistencia glotal, aportando una vibración más compleja a los pliegues vocales verdaderos. Sus resultados apoyan los encontrados por Bailly et al. (2008), encontrando una relación entre la presencia de pliegues vocales falsos ensanchados con configuración dinámica (Petekkaya et al., 2019; Stager et al., 2001) y una disminución de la presión subglótica, así como un contacto glotal más rápido. Por otro lado, un espacio más estrecho podría tener un impacto positivo, produciendo una mejor interacción fuente-filtro y una mayor inercia del tracto vocal, produciendo una mejor calidad en la resonancia de la voz (Guzman et al., 2016; Titze y Story, 1997). No parecen existir diferencias significativas en cuanto al nivel de intensidad acústica en función del espacio entre los pliegues vocales falsos (Alipour y Karnell, 2014), pero no podemos transferir esta hipótesis a este tipo de pacientes al desaparecer parcial o completamente estas estructuras.

Las simulaciones realizadas en un modelo 3D de Sadeghi et al. (2019) también apoyarían la importancia del espacio entre los pliegues vocales falsos. Sin embargo, no parece clara la razón física de cómo la presencia de los pliegues vocales falsos aumentaría la eficiencia de los verdaderos, aunque algunos autores sugieren un acoplamiento entre ambos tipos de pliegues vocales, que facilitaría la oscilación de los verdaderos (Alipour y Finnegan, 2013; Bailly et al., 2008; Kniesburges et al., 2017). Los resultados apoyan la hipótesis anteriormente citada.

Sobre la base de los resultados encontrados en el paciente examinado en nuestro estudio, la calidad de su voz no parece haber sido demasiado alterada tras la cirugía, sin embargo, hipotetizamos que su frecuencia fundamental habrá disminuido consecuencia de la resección del área supraglótica. Nuestros resultados no apoyan los encontrados en un grupo de pacientes por Topaloğlu et al. (2014), en los que el jitter sí estaba alterado. Los resultados del análisis acústico son incongruentes, pudiendo pensar que puedan ser explicados debido a una mala interpretación del segmento analizado. Por otro lado, otra posible explicación, apoyada en las diferencias en el ancho de banda del segundo y terceros formantes y en la aperiodicidad de la onda, podría ser justificada como consecuencia de la resección de la región supraglótica. El valor del tercer formante podría deberse a la modificación de la ratio entre la hipofaringe y el tubo epilaríngeo, ahora modificado (Guzman et al., 2016; Sundberg, 1974).

Como señalan algunos autores, es necesario el estudio de la actividad supraglótica en la voz hablada (Mayerhoff et al., 2014) para entender mejor la influencia de esta región. Bailly et al. (2014), analizaron 72 muestras con distintos gestos vocales en 5 sujetos. Encontraron, también, como las diferencias dinámicas de los pliegues vocales falsos y el tiempo de aducción iban acompañados de un cambio perceptual en la calidad de la voz, el tono y la intensidad. Estos datos apoyan la idea de una alteración en la voz en los pacientes con laringectomía supraglótica y la mejora que producen los pliegues vocales falsos sobre los verdaderos. Del mismo modo, estos autores, en línea con los resultados de Bailly et al. (2014) y Zheng et al. (2009), apuntan a la importancia de la posición geométrica de los pliegues vocales falsos para facilitar o impedir la fonación.

Por su parte, Bailly et al. (2014) critican cómo muchos de los estudios anteriores fueron descritos bajo supuestos de falsos pliegues vocales rígidos y combinados con vibraciones glóticas forzadas, concibiendo la fonación humana mediante sistemas más o menos simplificados y siendo difíciles de reproducir y de replicar. Así, el número de estudios que han abordado el impacto de los pliegues vocales falsos en las oscilaciones es muy bajo (Alipour et al., 2007; Bailly et al., 2014; Finnegan y Alipour, 2009; Zheng et al., 2009), además de considerar niveles constantes de aducción durante la fonación, siendo muy pocos los autores que estudiaran el comportamiento como un valor dinámico (Bailly et al., 2014; Sakakibara et al., 2002), y, como señala Bailly et al. (2014), todavía falta una conexión cuantitativa entre los modelos numéricos y lo que realmente sucede en la fonación humana.

En cualquier caso, parece claro que el impacto en la voz de estos pacientes tras la resección estará ligado a la profundidad de esta y a las estructuras comprometidas en mayor o menor medida (Starmer et al., 2008).

Respecto a la deglución, dependiendo de la resección de la lengua, en especial de la base (Breunig et al., 2016), en el caso de un paciente con una laringectomía supraglótica, la fase preparatoria y oral verán sus tiempos aumentados, con el consiguiente aumento de residuos orales (Vaamonde et al., 2018). Además, es esperable que estos pacientes tuviesen tiempos mucho más largos con volúmenes pequeños de bolos alimenticios (Okada, Honma, Nomura y Yamada, 2007). Dicha resección podría repercutir también en la propulsión del bolo, aumentando el riesgo de aspiraciones (Logemann et al., 1994; Manikantan et al., 2009). Dua et al. (1997) encontraron cómo durante la deglución normal en sujetos sanos el alimento permanecía en distintas partes de la faringe durante un tiempo variable, considerándolo un signo precoz de disfagia orofaríngea. Es de esperar que estos pacientes experimenten, por tanto, disfagia en distinto grado (Barbon y Steele, 2014). Algunos estudios indican que la

resección radical de un tercio de la lengua no produciría problemas en la deglución (Dawson, Al-Qamachi y Martin, 2017; Mittal et al., 2003; Pauloski, 2008; Vaamonde et al., 2018; Kronenberger y Meyers, 1994). La preservación del hueso hioides podría ayudar a la deglución tras la cirugía (Bocca, 1975; Pauloski, 2008). Existen contradicciones al respecto. Autores como Alvo y Olavarria (2014) sugieren que la elevación laríngea no sería crucial durante la deglución (Rodríguez et al., 2018). Sin embargo, Chen, Hsiao, Wang, Fu y Wang (2017) señalan que la coordinación de la elevación laríngea junto al hueso hioides sería crucial para la deglución en condiciones fisiológicas normales. Por otro lado, cabría esperar que la disfagia en estos pacientes fuese patente, al menos, en relación a la fase faríngea de la deglución dada la importancia de la coordinación de estructuras como la epiglotis o los pliegues vocales falsos para proteger la vía aérea de penetraciones y aspiraciones (Alvo y Olavarria, 2018). Estos datos estarían apoyados por los de Rodríguez et al. (2018) en su descripción con lo que sucede con los traqueotomizados. Jung et al. (2011) también apoyan que la rehabilitación de la disfagia debe centrarse en el retraso en la deglución y en la reducción de la elevación de la laringe. Existiría la posibilidad de que, consecuencia de un acortamiento de hipofaringe tras la cirugía supraglótica, el tiempo de la fase faríngea se alargase, pudiendo provocar la entrada de los alimentos que permanecen en la faringe hacia la vía aérea. En este sentido, Starmer et al. (2008) apuntan que este tipo de pacientes podrían compensar la deglución de líquidos manteniendo voluntariamente el bolo un pequeño período de tiempo antes de deglutirlo. Otra perspectiva es ofrecida por Arrese y Lazarus (2013), quienes asocian el retraso de esta fase a la pérdida de sensibilidad como consecuencia de cirugías que comprometan la región supraglótica.

Pese a ser un concepto tradicionalmente ligado a los mecanismos de la voz, la presión subglótica podría jugar un importante papel en la rehabilitación de algunos tipos de disfagia tal y como señalan Claret et al. (2014) en su estudio de la insuflación de aire en pacientes traqueostomizados. Otros estudios sugieren, de igual modo, que la estimulación de los mecanorreceptores localizados en el área subglótica podría generar una mejora en la deglución (Raimondi et al., 2017; Rodríguez et al., 2018). Así mismo, es interesante señalar que existiría presión de aire subglótica positiva en sujetos como los laringectomizados supraglóticos (Gross, 2009; Gross, Steinhauer, Zajac y Weissler, 2006).

Los pacientes con una laringectomía supraglótica extendida, en la que se ve comprometida la base de la lengua (Prades et al., 2015) tardarían mucho más tiempo en recuperar la función normal deglutoria (Pauloski, 2008) o incluso no recuperarla por completo (Starmer et al., 2008), aumentando el riesgo de una disfagia permanente y la posibilidad de depender de un sistema PEG para la alimentación (Breunig et al., 2016). Estructuras como la base de la lengua y los cartílagos aritenoides serían importantes a la hora de compensar las estructuras supraglóticas que fueron extirpadas, permitiendo a aquellos pacientes capaces de lograr el contacto de estas dos la entrada a la vía aérea de alimentos (Breunig et al., 2016; Logemann et al., 1994; McConnel, Mendelsohn y Logemann, 1987; Pauloski, 2008). Por tanto, como señalan Breunig et al. (2016), las suturas entre las partes restantes de la base lingual y el cartílago tiroideos jugarían un importante papel en la recuperación funcional de la deglución en estos pacientes. Contrario a lo que podría pensarse, la laringectomía supraglótica, comparada con otras cirugías de cáncer de cabeza y cuello, parecería presentar menos problemas de disfagia (Logemann y Bytell, 1979). Por otra parte, la resección asimétrica de los pliegues vocales falsos podría contribuir a la aparición de la disfagia, aunque es un tema que no ha sido estudiado con profundidad (Hirano, Tateishi, Kurita y Matsuoka, 1987), y no parece ser un factor de gravedad en el caso de nuestro paciente. Es interesante resaltar cómo la radioterapia podría resultar en la fibrosis de tejidos de la hipofaringe y el esófago cervical, pudiendo dar lugar a una estenosis de distinta consideración que podría variar tras un tiempo del post-tratamiento (Murphy y Gilbert, 2011), alterando la ratio descrita por Sundberg (1974).

Los médicos que tratan la disfagia en pacientes con cáncer de cabeza y cuello parecen carecer de pautas basadas en la evidencia científica, siendo difícil identificar las intervenciones adecuadas. Pese a ello, existen logopedas que continúan alentando a este tipo de pacientes a realizar ejercicios intensivos durante todo el tratamiento de este tipo de cáncer, basándose en el principio de “úsalo o piérdelo” (Perry et al., 2016). En esta misma línea, en un estudio de Perry et al. (2016), los autores no encontraron evidencia en 6 estudios de que la realización de ejercicios terapéuticos antes, durante y/o tras el tratamiento del cáncer de cabeza y cuello generase una mejoría en la deglución oral. Los resultados fueron justificados a la baja cantidad de participantes de los diferentes estudios analizados. No obstante, el asesoramiento del paciente debería empezar desde el antes del comienzo de la intervención quirúrgica (Starmer et al., 2008).

Son muchos los autores que señalan la importancia de la presencia del logopeda en los programas terapéuticos en pacientes con cáncer de cabeza y cuello, como los descritos en este trabajo, necesari-

rios para asegurar resultados funcionales y de calidad de vida como lo son la deglución y el habla (Breunig et al., 2016; Doyle, 2019; Gaziano, 2002; Gianitto et al., 2017; Messing, Ward y Lazarus, 2019; Manikantan et al., 2009; Murphy y Gilbert, 2011; Russi et al., 2012; Starmer et al., 2008). Contradictoriamente, la Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición no proporciona directrices o recomendaciones clínicas sobre el abordaje en estos pacientes por parte del logopeda (Messing et al., 2019).

Conclusiones

En este estudio se abordó la repercusión anatómica y funcional que la región supraglótica tiene en la voz y en la deglución en pacientes que han sido intervenidos de una laringectomía supraglótica. Las conclusiones que pueden ser extraídas de este estudio son las siguientes:

- Las distintas estructuras que conforman el tracto vocal repercuten en mayor o menor medida en la resonancia, modulando el sonido procedente de la glotis y otorgando proyección a la voz.
- La presencia de los pliegues vocales falsos favorece la oscilación de los pliegues vocales verdaderos e influye en el comportamiento del flujo glótico durante la fonación. Sin embargo, hay un reducido número de estudios *in vivo* y la mayoría han sido realizados sobre la voz cantada, por lo que estos resultados no están exentos de críticas.
- Los pacientes verán incrementada la presión de umbral fonatorio, requiriendo mayor esfuerzo para iniciar la fonación que antes de la intervención quirúrgica, aunque no hay datos que confirmen hasta qué punto su fonación se vería dificultada.
- La calidad vocal del paciente, objeto de este estudio, no se encuentra demasiado alterada, aunque no se dispone de datos previos con los que poder comparar aspectos como la frecuencia fundamental o la intensidad.
- La resección realizada de determinadas áreas tras la cirugía, en especial la base de la lengua, el hueso hioides y la epiglotis podría repercutir en gran medida en la aparición de la disfagia en estos pacientes.
- La fase preparatoria y oral verán sus tiempos aumentados, con la consiguiente alteración en la propulsión del bolo y mayor riesgo de aspiraciones con volúmenes pequeños.
- La base de la lengua y los cartílagos aritenoides serían importantes a la hora de compensar las estructuras supraglóticas que fueron extirpadas, actuando como una barrera ante la aspiración de alimentos a la vía aérea.
- El paciente estudiado no parece mostrar dificultades significativas en la deglución, aunque no se realizaron pruebas que puedan descartar la presencia de penetraciones y/o aspiraciones.
- La figura del logopeda cobra importancia en todo el procedimiento al que estos pacientes se ven sometidos, aunque en la actualidad se carece de recomendaciones clínicas con evidencia científica para la intervención.

Referencias bibliográficas

- Agarwal, M. (2004). *The false vocal folds and their effect on translaryngeal airflow resistance* (Tesis doctoral). Universidad de Bowling Green State, Ohio, Estados Unidos. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/305218316?accountid=14568>
- Agarwal, M., Scherer, R. C., y Hollien, H. (2003). The False Vocal Folds: Shape and Size in Frontal View During Phonation Based on Laminagraphic Tracings. *Journal of Voice*, 17(2), 97–113. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(03\)00012-2](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(03)00012-2)
- Alicandri-Ciuffelli, M., Piccinini, A., Grammatica, A., Chiesi, A., Bergamini, G., Luppi, M. P., ... Presutti, L. (2012). Voice and swallowing after partial laryngectomy: Factors influencing outcome. *Head & Neck*, 35(2), 214–219. <https://doi:10.1002/hed.22946>
- Alipour, F., y Finnegan, E. (2013). On the acoustic effects of the supraglottic structures in excised larynges. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(5), 2984–2992. <https://doi.org/10.1121/1.4796109>
- Alipour, F., Finnegan, E., y Jaiswal, S. (2013). Phonatory Characteristics of the Excised Human Larynx in Comparison to Other Species. *Journal of Voice*, 27(4), 441–447. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.03.013>
- Alipour, F., Jaiswal, S., y Finnegan, E. (2007). Aerodynamic and Acoustic Effects of False Vocal Folds and Epiglottis in Excised Larynx Models. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 116(2), 135–144. <https://doi.org/10.1177/000348940711600210>

- Alipour, F., y Scherer, R. (2012). Ventricular pressures in phonating excised larynges. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 132(2), 1017–1026. <https://doi.org/10.1121/1.4730880>
- Alipour, F., y Karnell, M. (2014). Aerodynamic and Acoustic Effects of Ventricular Gap. *Journal of Voice*, 28(2), 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.10.005>
- Allen, E. L., y Hollien, H. (1973). A Laminagraphic Study of Pulse (Vocal Fry) Register Phonation. *Folia Phoniátrica et Logopaedica*, 25(4), 241–250. <https://doi.org/10.1159/000263709>
- Alvo, A., y Olavarría, C. (2014). Decanulación y evaluación de la deglución del paciente traqueotomizado en cuidados intensivos no-neurocríticos. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 65(2), 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.otorri.2013.01.004>
- American Cancer Society (2014). Acerca del cáncer de laringe y de hipofaringe. *American Cancer Society*. Recuperado de <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-laringe-e-hipofaringe/acerca.html>
- Arrese, L. C., y Lazarus, C. L. (2013). Special Groups: Head and Neck Cancer. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 46(6), 1123–1136. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2013.08.009>
- Bagwell, K., Leder, S. B., y Sasaki, C. T. (2015). Is partial laryngectomy safe forever? *American Journal of Otolaryngology*, 36(3), 437–441. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2014.11.005>
- Bailly, L., Bernardoni, N. H., Müller, F., Rohlf, A., y Hess, M. (2014). Ventricular-Fold Dynamics in Human Phonation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(4), 1219–1242. https://doi.org/10.1044/2014_jslhr-s-12-0418
- Bailly, L., Henrich, N., y Pelorson, X. (2010). Vocal fold and ventricular fold vibration in period-doubling phonation: Physiological description and aerodynamic modeling. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(5), 3212–3222. <https://doi.org/10.1121/1.3365220>
- Bailly, L., Pelorson, X., Henrich, N., y Ruty, N. (2008). Influence of a constriction in the near field of the vocal folds: Physical modeling and experimental validation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124(5), 3296–3308. <https://doi.org/10.1121/1.2977740>
- Barbon, C. E. A., y Steele, C. M. (2014). Efficacy of Thickened Liquids for Eliminating Aspiration in Head and Neck Cancer. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 152(2), 211–218. <https://doi.org/10.1177/0194599814556239>
- Behrman, A., Dahl, L. D., Abramson, A. L., y Schutte, H. K. (2003). Anterior-Posterior and medial compression of the supraglottis: signs of nonorganic dysphonia or normal postures? *Journal of Voice*, 17(3), 403–410. [https://doi.org/10.1067/s0892-1997\(03\)00018-3](https://doi.org/10.1067/s0892-1997(03)00018-3)
- Benninger, M. S. (2010). The professional voice. *The Journal of Laryngology & Otology*, 125(2), 111–116. <https://doi.org/10.1017/s0022215110001970>
- Bermúdez, R. (2003). *Exploración clínica de los trastornos de la voz, el habla y la audición*. Archidona, España: Ediciones Aljibe.
- Birk, V., Sutor, A., Döllinger, M., Bohr, C., y Kniesburges, S. (2016). Acoustic Impact of Ventricular Folds on Phonation Studied in Ex Vivo Human Larynx Models. *Acta Acustica united with Acustica*, 102(2), 244–256. <https://doi.org/10.3813/aaa.918941>
- Bocca, E. (1975). Supraglottic cancer. *The Laryngoscope*, 85(8), 1318–1326. <https://doi.org/10.1288/00005537-197508000-00007>
- Bocca, E., Pignataro, O., y Oldini, C. (1983). Supraglottic Laryngectomy: 30 Years of Experience. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 92(1), 14–18. <https://doi.org/10.1177/000348948309200104>
- Boshoff, P. H. (1945). The anatomy of the South-African Negro larynx. *South African J Med Sci*, 10, 35–50. Recuperado de <https://eurekamag.com/research/025/677/025677927.php>
- Breunig, C., Benter, P., Seidl, R. O., y Coordes, A. (2016). Predictable swallowing function after open horizontal supraglottic partial laryngectomy. *Auris Nasus Larynx*, 43(6), 658–665. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2016.01.003>
- Calais-Germain, B., y Germain, F. (2013). *Anatomía para la voz*. Barcelona, España: La Liebre de Marzo.
- Casado, J. C., y Trapero, C. (2011). “Cáncer de laringe en la mujer. Clínica, diagnóstico y modalidades de tratamiento”. En M. H. Cuenca, y M. M. Barrio (Eds.), *El cáncer de laringe en la mujer: Rehabilitación vocal, física y emocional* (2ª ed., pp. 11–25). Almería, España: Editorial Círculo Rojo.
- Casado-Caballero, F. J., Delgado-Maroto, A., y Íñigo-Chaves, A. (2017). Disfagia esofágica y trastornos motores de esófago. *RAPD Online*, 40(1), 35–42. Recuperado de <https://www.sapd.es/revista/2017/40/1/04>
- Castro, A., y Gavilán, J. (2017). Laringectomía supracricoides. *Open Access Atlas of Otolaryngology, Head & Neck Operative Surgery*. Recuperado de <https://vula.uct.ac.za/access/content/group/ba5fb1bd-be95-48e5-81be-586fbaeba29d/Laringectomia%20supracricoides.pdf>

- Ceriana, P., Carlucci, A., Schreiber, A., Fracchia, C., Cazzani, C., Dichiarante, M., . . . Nava, S. (2015). Changes of swallowing function after tracheostomy: a videofluoroscopy study. *Minerva Anestesiologica*, 81(4), 389–397. Recuperado de <https://www.minervamedica.it/en/journals/minerva-anestesiologica/article.php?cod=R02Y2015N04A0389#>
- Chan, R. W., Fu, M., y Tirunagari, N. (2006). Elasticity of the Human False Vocal Fold. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 115(5), 370–381. <https://doi.org/10.1177/000348940611500510>
- Chen, Y., Hsiao, M., Wang, Y., Fu, C., y Wang, T. (2017). Reliability of Ultrasonography in Evaluating Hyoid Bone Movement. *Journal of Medical Ultrasound*, 25(2), 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.jmu.2017.01.002>
- Chiesa Estomba, C., Betances Reinoso, F., Lorenzo Lorenzo, A., Fariña Conde, J., Araujo Nores, J., y Santidrian Hidalgo, C. (2016). Functional outcomes of supraglottic squamous cell carcinoma treated by transoral laser microsurgery compared with horizontal supraglottic laryngectomy in patients younger and older than 65 years. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 36(6), 450–458. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-864>
- Clarett, M., Andreu, M., Salvati, I., Donnianni, M., Montes, G., y Rodríguez, M. (2014). Efecto de la insuflación de aire subglótico sobre la presión subglótica durante la deglución. *Medicina Intensiva*, 38(3), 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.01.003>
- Clavé, P., Arreola, V., Velasco, M., Quer, M., Maria Castellví, J., Almirall, J., . . . Carrau, R. (2007). Diagnóstico y tratamiento de la disfagia orofaríngea funcional. Aspectos de interés para el cirujano digestivo. *Cirugía Española*, 82(2), 62–76. [https://doi.org/10.1016/s0009-739x\(07\)71672-x](https://doi.org/10.1016/s0009-739x(07)71672-x)
- Colton, R. H., y Casper, J. K. (1996). Understanding voice problems: a physiological perspective for diagnosis and treatment (2ª ed.). Baltimore, Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins.
- Cortés Gómez, E. (1979). *El habla popular de Higuera de Vargas*. Diputación Provincial. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=15812>
- Cuenca, M. H., y Barrio, M. (2011). *El cáncer de laringe en la mujer: Rehabilitación vocal, física y emocional* (2ª ed.). Almería, España: Editorial Círculo Rojo.
- Dang, J., y Honda, K. (1997). Acoustic characteristics of the piriform fossa in models and humans. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(1), 456–465. <https://doi.org/10.1121/1.417990>
- Dantas, R. O., Aguiar-Ricz, L. N., Gielow, I., Filho, F. V. M., y Mamede, R. C. M. (2005). Proximal esophageal contractions in laryngectomized patients. *Dysphagia*, 20(2), 101–104. <https://doi.org/10.1007/s00455-004-0027-0>
- Dawson, C., Al-Qamachi, L., y Martin, T. (2017). Speech and swallowing outcomes following oral cavity reconstruction. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 25(3), 200–204. <https://doi.org/10.1097/moo.0000000000000359>
- Díaz, J. R. y Cuevas, I. (1998). Laringectomía horizontal supraglótica. *Rev Cubana Oncol*, 14(2), 87-90. Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/onc/vol14_2_98/onc03298.pdf
- Diez Gross R., y Eibling, D.E. (1999). Tracheotomy/ Endotracheal intubation. En: Carrau, R.L., Murry T., y Howell R.J (Eds.), *Comprehensive management of swallowing disorders* (pp. 131-134). California, Estados Unidos: Singular Publishing Group.
- Dodds, W. J., Stewart, E. T., y Logemann, J. A. (1990). Physiology and radiology of the normal oral and pharyngeal phases of swallowing. *American Journal of Roentgenology*, 154(5), 953–963. <https://doi.org/10.2214/ajr.154.5.2108569>
- Doyle, P. C. (2019). The Acquisition of Practice Knowledge in Head and Neck Cancer Rehabilitation. *Clinical Care and Rehabilitation in Head and Neck Cancer*, 433–444. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04702-3_26
- Drechsel, J. S., y Thomson, S. L. (2008). Influence of supraglottal structures on the glottal jet exiting a two-layer synthetic, self-oscillating vocal fold model. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(6), 4434–4445. <https://doi.org/10.1121/1.2897040>
- Dua, K. S., Ren, J., Bardan, E., Xie, P., y Shaker, R. (1997). Coordination of deglutitive glottal function and pharyngeal bolus transit during normal eating. *Gastroenterology*, 112(1), 73–83. Recuperado de [https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085\(97\)70221-X/pdf](https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085(97)70221-X/pdf)
- Dwivedi, R. C., St.Rose, S., Chisholm, E. J., Georgalas, C., Bisase, B., Amen, F., . . . Kazi, R. (2012). Evaluation of Swallowing by Sydney Swallow Questionnaire (SSQ) in Oral and Oropharyngeal Cancer Patients Treated with Primary Surgery. *Dysphagia*, 27(4), 491–497. <https://doi.org/10.1007/s00455-012-9395-z>
- Farahani, M. H., Mousel, J., Alipour, F., y Vigmostad, S. (2013). A Numerical and Experimental Investigation of the Effect of False Vocal Fold Geometry on Glottal Flow. *Journal of Biomechanical Engineering*, 135(12), 121006. <https://doi.org/10.1115/1.4025324>

- Farbos de Luzan, C., Chen, J., Mihaescu, M., Khosla, S. M., y Gutmark, E. (2015). Computational study of false vocal folds effects on unsteady airflows through static models of the human larynx. *Journal of Biomechanics*, 48(7), 1248–1257. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.03.010>
- Finnegan, E. M., y Alipour, F. (2009). Phonatory Effects of Supraglottic Structures in Excised Canine Larynges. *Journal of Voice*, 23(1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.01.004>
- Fisher, R. (1987). *El caballero de la armadura oxidada*. Barcelona, España: Ediciones Obelisco S.L.
- Fuks, L., Hammarberg, B., y Sundberg, J. (1998). A self-sustained vocalventricular phonation mode: Acoustical, aerodynamic and glottographic evidences. *KTH Speech, Music and Hearing — Quaterly Progress and Status Report 3*, 49–59. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/285742169>
- Gañán, L. (2013). *Resultados de la cirugía de rescate en las recidivas de tumores de cabeza y cuello* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/115318>
- Gaziano, J. E. (2002). Evaluation and Management of Oropharyngeal Dysphagia in Head and Neck Cancer. *Cancer Control*, 9(5), 400–409. <https://doi.org/10.1177/107327480200900505>
- Giannitto, C., Preda, L., Zurlo, V., Funicelli, L., Ansarin, M., Di Pietro, S., y Bellomi, M. (2017). Swallowing Disorders after Oral Cavity and Pharyngolaryngeal Surgery and Role of Imaging. *Gastroenterology Research and Practice*, 2017, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2017/7592034>
- Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Ross, L. M., Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., . . . Wesker, K. (2013). *Prometheus. Atlas de Anatomía* (2ª ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Schuenke, M., Schulte, E., y Schumacher, U. (2009). *Atlas of anatomy* (3ª ed.). Stuttgart, Alemania: Thieme.
- Gross, R. D. (2009). Subglottic Air Pressure and Swallowing. *Perspectives on Swallowing and Swallowing Disorders (Dysphagia)*, 18(1), 13. <https://doi.org/10.1044/sasd18.1.13>
- Gross, R. D., Steinhauer, K. M., Zajac, D. J., y Weissler, M. C. (2006). Direct Measurement of Subglottic Air Pressure While Swallowing. *The Laryngoscope*, 116(5), 753–761. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000205168.39446.12>
- Guzman, M., Ortega, A., Olavarria, C., Muñoz, D., Cortés, P., Azocar, M. J., . . . Silva, C. (2016). Comparison of Supraglottic Activity and Spectral Slope Between Theater Actors and Vocally Untrained Subjects. *Journal of Voice*, 30(6), 767.e1–767.e8. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.017>
- Haji, T., Mori, K., Omori, K., y Isshiki, N. (1992). Mechanical Properties of the Vocal Fold. *Acta Oto-Laryngologica*, 112(3), 559–565. <https://doi.org/10.3109/00016489209137440>
- Hirano, M. (1981). *Psycho-acoustic evaluation of voice: GRBAS Scale for evaluating the hoarse voice*. Viena, Austria: Springer.
- Hirano, M., Tateishi, M., Kurita, S., y Matsuoka, H. (1987). Deglutition following Supraglottic Horizontal Laryngectomy. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 96(1), 7–11. <https://doi.org/10.1177/000348948709600102>
- Henrich, N., Lortat-Jacob, B., Castellengo, M., Bailly, L., y Pelorson, X. (2006). *Period-doubling occurrences in singing: the “bassu” case in traditional Sardinian “A Tenore” singing*. Documento presentado en Proceedings of the Fifth International Conference Voice Physiology and Biomechanics, Tokyo, Japón. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/240851064>
- Herranz-González, J., Martínez-Vidal, J., Gavilán, J., y Gavilán, C. (1996). Supraglottic Laryngectomy: Functional and Oncologic Results. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 105(1), 18–22. <https://doi.org/10.1177/000348949610500104>
- Herranz-González, J., Martínez-Vidal, J., y Martínez-Morán, A. (2006). Supraglottic laryngectomy. Still on-going. *Acta Otorrinolaringol Esp*, 57(5), 235–241. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16768202>
- Hitt, R., López Martín, A., y Ballesteros, A. (2017). Tumores cabeza y cuello - O.R.L.. Recuperado 1 mayo, 2019, de <https://seom.org/info-sobre-el-cancer/orl>
- Hughes, T. (2003). Neurology of swallowing and oral feeding disorders: assessment and management. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 74(90003), iii48–iii52. https://doi.org/10.1136/jnnp.74.suppl_3.iii48
- Husain, Q., y Cohen, M. A. (2017). Surgery of the oral cavity, oropharynx and hypopharynx. In R. L. Carrau, T. Murry, y R. J. Howell (Eds.), *Comprehensive management of swallowing disorders* (2ª ed., pp. 223–229). San Diego, California: Plural Publishing.
- Jung, S. J., Kim, D. Y., y Joo, S. Y. (2011). Risk Factors Associated with Aspiration in Patients with Head and Neck Cancer. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(6), 781. <https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.6.781>

- Kelley, R. T., Colton, R. H., Casper, J., Paseman, A., y Brewer, D. (2011). Evaluation of Stroboscopic Signs. *Journal of Voice*, 25(4), 490–495. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.03.004>
- Kitzing, P., y Sonesson, B. (1967). Shape and shift of the laryngeal ventricle during phonation. *Acta Oto-laryngol*, 63, 479–488. Recuperado de <https://portal.research.lu.se/portal/files/6177641/3615387.pdf>
- Kniesburges, S., Birk, V., Lodermeier, A., Schützenberger, A., Bohr, C., y Becker, S. (2017). Effect of the ventricular folds in a synthetic larynx model. *Journal of Biomechanics*, 55, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.02.021>
- Kniesburges, S., Hesselmann, C., Becker, S., Schlücker, E., y Döllinger, M. (2013). Influence of Vortical Flow Structures on the Glottal Jet Location in the Supraglottal Region. *Journal of Voice*, 27(5), 531–544. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.04.005>
- Kotby, M. N., Kirchner, J. A., Kahane, J. C., Basiouny, S. E., y El-Samaa, M. (1991). Histo-anatomical Structure of the Human Laryngeal Ventricle. *Acta Oto-Laryngologica*, 111(2), 396–402. <https://doi.org/10.3109/00016489109137409>
- Krausert, C. R., Olszewski, A. E., Taylor, L. N., McMurray, J. S., Dailey, S. H., y Jiang, J. J. (2011). Mucosal Wave Measurement and Visualization Techniques. *Journal of Voice*, 25(4), 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.02.001>
- Kronenberger, M. B., y Meyers, A. D. (1994). Dysphagia following head and neck cancer surgery. *Dysphagia*, 9(4), 236–244. [https://doi.org/10.1016/s0360-3016\(03\)01454-8](https://doi.org/10.1016/s0360-3016(03)01454-8)
- Kucinski, B., Scherer, R., DeWitt, K., y Ng, T. (2005). Flow Visualization and Acoustic Consequences of the Air Moving Through a Static Model of the Human Larynx. *Journal of Biomechanical Engineering*, 128(3), 380. <https://doi.org/10.1115/1.2187042>
- Kutta, H., Steven, P., Kohla, G., Tillmann, B., y Paulsen, F. (2002). The human false vocal folds - an analysis of antimicrobial defense mechanisms. *Anatomy and Embryology*, 205(4), 315–323. <https://doi.org/10.1007/s00429-002-0255-8>
- Lazarus, C. L. (2000). Management of Swallowing Disorders in Head and Neck Cancer Patients: Optimal Patterns of Care. *Seminars in Speech and Language*, 21(4), 293–310. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8383>
- Le Huche, F., y Allali, A. (1993). *Anatomía y fisiología de los órganos de la voz y del habla (2ª ed.)*. Barcelona, España: Masson.
- Li, S., Wan, M., y Wang, S. (2007). “The effects of the false vocal fold gaps in a model of the larynx on pressures distributions and flows”. En *Digital Human Modeling. ICDHM 2007. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 4561, pp. 147–156). Berlin-Heidelberg, Alemania: Springer.
- Lindestad, P., Södersten, M., Merker, B., y Granqvist, S. (2001). Voice Source Characteristics in Mongolian “Throat Singing” Studied with High-Speed Imaging Technique, Acoustic Spectra, and Inverse Filtering. *Journal of Voice*, 15(1), 78–85. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(01\)00008-x](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(01)00008-x)
- Lodermeier, A., Becker, S., Döllinger, M., y Kniesburges, S. (2015). Phase-locked flow field analysis in a synthetic human larynx model. *Experiments in Fluids*, 56(4). <https://doi.org/10.1007/s00348-015-1942-6>
- Logemann, J. A., y Bytell, D. E. (1979). Swallowing disorders in three types of head and neck surgical patients. *Cancer*, 44(3), 1095–1105. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/1097-0142%28197909%2944%3A3%3C1095%3A%3AAID-CNCR2820440344%3E3.0.CO%3B2-C>
- Logemann, J.A., Gibbons, P., Rademaker, A. W., Pauloski, B. R., Kahrilas, P. J., Bacon, M., . . . McCracken, E. (1994). Mechanisms of recovery of swallow after supraglottic laryngectomy. *J Speech Hear Res*, 37(5), 965–974. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7823564>
- López, J., Iglesias, J., y Díaz, M. (2018). Disfagia esofágica. En Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial (Eds.), *Disfagia orofaríngea: Actualización y manejo en poblaciones específicas* (pp. 215–224). Recuperado de http://www.sgorl.org/images/Ponencias/DISFAGIA_OROFAR%C3%8DNGEA_ACTUALIZACI%C3%93N_Y_MANEJO_EN_POBLACIONES_ESPEC%C3%8DFICAS.pdf
- Loth, E. (1931). *Anthropologie des Parties Molles*. Paris, Francia: Masson.
- Luo, H., Mittal, R., y Bielamowicz, S. A. (2009). Analysis of flow-structure interaction in the larynx during phonation using an immersed-boundary method. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(2), 816–824. <https://doi.org/10.1121/1.3158942>
- Manikantan, K., Khode, S., Sayed, S. I., Roe, J., Nutting, C. M., Rhys-Evans, P., . . . Kazi, R. (2009). Dysphagia in head and neck cancer. *Cancer Treatment Reviews*, 35(8), 724–732. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2009.08.008>

- Maryn, Y., De Bodt, M. S., y Van Cauwenberge, P. (2003). Ventricular Dysphonia: Clinical Aspects and Therapeutic Options. *The Laryngoscope*, 113(5), 859–866. <https://doi.org/10.1097/00005537-200305000-00016>
- Martin, B. J., Logemann, J. A., Shaker, R., y Dodds, W. J. (1993). Normal laryngeal valving patterns during three breath-hold maneuvers: a pilot investigation. *Dysphagia*, 8(1), 11–20. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8436017>
- Mayerhoff, R. M., Guzman, M., Jackson-Menaldi, C., Munoz, D., Dowdall, J., Maki, A., . . . Rubin, A. D. (2014). Analysis of supraglottic activity during vocalization in healthy singers. *The Laryngoscope*, 124(2), 504–509. <https://doi.org/10.1002/lary.24310>
- McConnel, F. M., Mendelsohn, M. S., y Logemann, J. A. (1987). Manofluorography of deglutition after supraglottic laryngectomy. *Head Neck Surg*, 9(3), 142–150. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3623944>
- Meller, S. M. (1984). Functional anatomy of the larynx. *Otolaryngol Clin N Am*, 17(1), 3–12. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6718022>
- Messing, B. P., Ward, E. C., y Lazarus, C. L. (2019). Optimizing Clinical Management of Head and Neck Cancer. *Clinical Care and Rehabilitation in Head and Neck Cancer*, 85–100. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04702-3_6
- Mihaescu, M., Khosla, S. M., y Ephraim, G. J. (2013). Quantification of the false vocal-folds effects on the intra-glottal pressures using large eddy simulation. *Proc. Mtgs. Acoust.*, 19. <https://doi.org/10.1121/1.4799796>
- Mittal, B. B., Pauloski, B. R., Haraf, D. J., Pelzer, H. J., Argiris, A., Vokes, E. E., . . . Logemann, J. A. (2003). Swallowing dysfunction—preventative and rehabilitation strategies in patients with head-and-neck cancers treated with surgery, radiotherapy, and chemotherapy: A critical review. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 57(5), 1219–1230. [https://doi.org/10.1016/s0360-3016\(03\)01454-8](https://doi.org/10.1016/s0360-3016(03)01454-8)
- Murphy, B. A., y Gilbert, J. (2011). Oral cancers: supportive care issues. *Periodontology 2000*, 57(1), 118–131. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2011.00394.x>
- Nemetz, M. A., Pontes, P. A., Vieira, V. P., y Yazaki, R. K. (2005). Vestibular fold configuration during phonation in adults with and without dysphonia. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 71(1), 6–12. <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992005000100002>
- Noordzij, J. P., y Ossoff, R. H. (2006). Anatomy and Physiology of the Larynx. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 39(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2005.10.004>
- Ogura, J. H., Biller, H. F., Calcaterra, T. C., y Davis, W. H. (1969). Surgical treatment of carcinoma of the larynx, pharynx, base of tongue and cervical esophagus. *Int Surg*, 52(1), 29–40. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5788668>
- Ogura, J. H., y Maller, R. H. (1965). Partial laryngo pharyngectomy for supraglottic and pharyngeal carcinoma. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, 69: 832-5.
- Okada, A., Honma, M., Nomura, S., y Yamada, Y. (2007). Oral behavior from food intake until terminal swallow. *Physiology & Behavior*, 90(1), 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.032>
- Olthoff, A., Schiel, R., y Kruse, E. (2007). The Supraglottic Nerve Supply: An Anatomic Study With Clinical Implications. *The Laryngoscope*, 117(11), 1930–1933. <https://doi.org/10.1097/mlg.0b013e318123f2e7>
- Patterson, J. M., Brady, G. C., y Roe, J. W. (2016). Research into the prevention and rehabilitation of dysphagia in head and neck cancer. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 24(3), 208–214. <https://doi.org/10.1097/moo.0000000000000260>
- Pauloski, B. R. (2008). Rehabilitation of Dysphagia Following Head and Neck Cancer. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 19(4), 889–928. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2008.05.010>
- Paulsen, F., y Waschke, J. (2018). *Sobotta. Atlas de Anatomía Humana* (24ª ed.). Madrid, España: Elsevier.
- Perry, A., Lee, S. H., Cotton, S., y Kennedy, C. (2016). Therapeutic exercises for affecting post-treatment swallowing in people treated for advanced-stage head and neck cancers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd011112.pub2>
- Petekkaya, E., Yücel, A. H., y Sürmelioğlu, Ö. (2019). Evaluation of the Supraglottic and Subglottic Activities Including Acoustic Assessment of the Opera-Chant Singers. *Journal of Voice*, 33(2), 255. e1-255.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.023>

- Pinho, S. M., Pontes, P. A., Gadelha, M. E. C., y Biasi, N. (1999). Vestibular vocal fold behavior during phonation in unilateral vocal fold paralysis. *Journal of Voice*, 13(1), 36–42. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(99\)80059-9](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(99)80059-9)
- Prades, J., Simon, P., Timoshenko, A. P., Dumollard, J., Schmitt, T., y Martin, C. (2005). Extended and standard supraglottic laryngectomies: a review of 110 patients. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 262(12), 947–952. <https://doi.org/10.1007/s00405-004-0882-1>
- Raimondi, N., Vial, M., Calleja, J., Quintero, A., Cortés Alban, A., Celis, E., . . . Nates, J. (2017). Guías basadas en la evidencia para el uso de traqueostomía en el paciente crítico. *Medicina Intensiva*, 41(2), 94–115. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2016.12.001>
- Rangel, L. (2015). Tratamiento cirúrgico do câncer inicial de laringe [Presentación PowerPoint]. Recuperado 15 junio, 2018, de <https://es.slideshare.net/leonardograngel/cancer-de-laringe-precoce>
- Riffat, F., Gunaratne, D. A., y Palme, C. E. (2015). Swallowing assessment and management pre and post head and neck cancer treatment. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 23(6), 440–447. <https://doi.org/10.1097/moo.0000000000000205>
- Reidenbach, M. M. (1998). The muscular tissue of the vestibular folds of the larynx. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 255(7), 365–367. <https://doi.org/10.1007/s004050050078>
- Rodríguez, M. N., González, T., y Fernández, A. (2018). Disfagia y traqueotomía. En Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial (Eds.), *Disfagia orofaríngea: Actualización y manejo en poblaciones específicas* (pp. 189–195). Recuperado de http://www.sgorl.org/images/Ponencias/DISFAGIA_OROFAR%C3%8DNGEA_ACTUALIZACI%C3%93N_Y_MANEJO_EN_POBLACIONES_ESPEC%C3%8DFICAS.pdf
- Rodríguez, S., Smith-Ágreda, J. M., y García, N. (2004). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición* (2ª ed.). Madrid: Panamericana.
- Rodríguez, M. N., Vaamonde, P., González, T., Quintana, A., y González, M. J. (2018). *Disfagia orofaríngea: Actualización y manejo en poblaciones específicas*. Recuperado de http://www.sgorl.org/images/Ponencias/DISFAGIA_OROFAR%C3%8DNGEA_ACTUALIZACI%C3%93N_Y_MANEJO_EN_POBLACIONES_ESPEC%C3%8DFICAS.pdf
- Rossi-and-Silva, R. C., Olegário, J. G. P., Corrêa, R. R. M., Salge, A. K. M., Peres, L. C., Reis, M. A., . . . Castro, E. C. C. (2009). Morphological characterization of the false vocal cords as larynx-associated lymphoid tissue. *Pathology - Research and Practice*, 205(1), 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.prp.2008.07.003>
- Russi, E. G., Corvò, R., Merlotti, A., Alterio, D., Franco, P., Pergolizzi, S., . . . Bernier, J. (2012). Swallowing dysfunction in head and neck cancer patients treated by radiotherapy: Review and recommendations of the supportive task group of the Italian Association of Radiation Oncology. *Cancer Treatment Reviews*, 38(8), 1033–1049. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2012.04.002>
- Sadeghi, H., Döllinger, M., Kaltenbacher, M., y Kniesburges, S. (2019). Aerodynamic impact of the ventricular folds in computational larynx models. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 145(4), 2376–2387. <https://doi.org/10.1121/1.5098775>
- Sakakibara, K. I., Imagawa, H., Niimi, S., y Osaka, N. (2002). *Synthesis of the laryngeal source of throat singing using a 2x2-mass model*. Documento presentado en International Computer Music Conference. Recuperado de <https://www.academia.edu/8342603>
- Sakakibara, K. I., Imagawa, H., Niimi, S., y Tayama, N. (2004). *Physiological study of the supraglottal structure*. Documento presentado en International Conference on Voice Physiology and Biomechanics, Marsella, Francia. Recuperado de <http://icv2004.free.fr/download%20bis/sakakibara.pdf>
- Sakakibara, K. I., Konishi, T., Kondo, K., Murano, E. Z., Kumada, M., Imagawa, H., y Niimi, S. (2001). *Vocal fold and false vocal fold vibrations and synthesis of Khöomei*. Documento presentado en International Computer Music Conference, Havana, Cuba. Recuperado de <https://www.hoku-iryu-u.ac.jp/~kis/paper/icmc2001.pdf>
- Sama, A., Carding, P. N., Price, S., Kelly, P., y Wilson, J. A. (2001). The Clinical Features of Functional Dysphonia. *The Laryngoscope*, 111(3), 458–463. <https://doi.org/10.1097/00005537-200103000-00015>
- Sevilla, M. A., Rodrigo, J. P., Llorente, J. L., Cabanillas, R., López, F., y Suárez, C. (2007). Supraglottic laryngectomy: analysis of 267 cases. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 265(1), 11–16. <https://doi.org/10.1007/s00405-007-0415-9>
- Shadle, C. H., Barney, A. M., y Thomas, D. W. (1991). An Investigation into the Acoustics and Aerodynamics of the Larynx. En J. Gauffin, y B. Hammarberg (Eds.), *Vocal Fold Physiology* (pp. 73-82). Nueva York: Singular Publishing Group.

- Shaker, R., Dua, K. S., Ren, J., Xie, P., Funahashi, A., y Schapira, R. M. (2002). Vocal Cord Closure Pressure During Volitional Swallow and Other Voluntary Tasks. *Dysphagia*, 17(1), 13–18. <https://doi.org/10.1007/s00455-001-0096-2>
- Šidlof, P., Zörner, S., y Hüppe, A. (2014). A hybrid approach to the computational aeroacoustics of human voice production. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 14(3), 473–488. <https://doi.org/10.1007/s10237-014-0617-1>
- Silver, C. E. (1981). Surgery for cancer of the larynx and related structures. *New York: Churchill Livingstone*, 110-5.
- Sociedad Española de Oncología Médica. (2019). Las cifras del cáncer en España. Recuperado 1 mayo, 2019, de <https://seom.org/dmccancer/wp-content/uploads/2019/Informe-SEOM-cifras-cancer-2019.pdf>
- Spechler, S. J. (1999). American Gastroenterological Association medical position statement on treatment of patients with dysphagia caused by benign disorders of the distal esophagus. *Gastroenterology*, 117(1), 229–232. [https://doi.org/10.1016/s0016-5085\(99\)70572-x](https://doi.org/10.1016/s0016-5085(99)70572-x)
- Stager, S. (2011). The Role of the Supraglottic Area in Voice Production. *Otolaryngology*, 02(01). <https://doi.org/10.4172/2161-119x.s1-001>
- Stager, S., Bielamowicz, S., Gupta, A., Marullo, S., Regnell, J. R., y Barkmeier, J. (2001). Quantification of Static and Dynamic Supraglottic Activity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(6), 1245–1256. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001\)097](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001)097)
- Stager, S., Bielamowicz, S., Regnell, J. R., Gupta, A., y Barkmeier, J. M. (2000). Supraglottic activity: evidence of vocal hyperfunction or laryngeal articulation? *J Speech Lang Hear Res*, 43(1), 229–238. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10668665>
- Stager, S., Neubert, R., Miller, S., Regnell, J. R., y Bielamowicz, S. (2003). Incidence of supraglottic activity in males and females: a preliminary report. *Journal of Voice*, 17(3), 395–402. [https://doi.org/10.1067/s0892-1997\(03\)00034-1](https://doi.org/10.1067/s0892-1997(03)00034-1)
- Starmer, H. M., Tippett, D. C., y Webster, K. T. (2008). Effects of Laryngeal Cancer on Voice and Swallowing. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 41(4), 793–818. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2008.01.018>
- Steffen, N., Vieira, V. P., Yazaki, R. K., y Pontes, P. (2011). Modifications of Vestibular Fold Shape From Respiration to Phonation in Unilateral Vocal Fold Paralysis. *Journal of Voice*, 25(1), 111–113. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.05.001>
- Suárez, C., Rodrigo, J. P., Llorente, J. L., Herranz, J., y Martínez, J. A. (1995). Supraglottic Laryngectomy with or without Postoperative Radiotherapy in Supraglottic Carcinomas. *Annals of Otolaryngology & Rhinology*, 104(5), 358–363. <https://doi.org/10.1177/000348949510400504>
- Sundberg, J. (1974). Articulatory interpretation of the “singing formant”. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55(4), 838–844. <https://doi.org/10.1121/1.1914609>
- Titze, I. R. (2001). Acoustic Interpretation of Resonant Voice. *Journal of Voice*, 15(4), 519–528. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(01\)00052-2](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(01)00052-2)
- Titze, I. R. (2004). A theoretical study of f0-f1 interaction with application to resonant speaking and singing voice. *Journal of Voice*, 18(3), 292–298. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2003.12.010>
- Titze, I. R., y Story, B. H. (1997). Acoustic interactions of the voice source with the lower vocal tract. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(4), 2234–2243. <https://doi.org/10.1121/1.418246>
- Topaloğlu, İ., Salturk, Z., Atar, Y., Berkiten, G., Büyükköç, O., y Çakır, O. (2014). Evaluation of Voice Quality after Supraglottic Laryngectomy. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 151(6), 1003–1007. <https://doi.org/10.1177/0194599814554763>
- Torres, B., y Gimeno, F. (1999). *La voz. Bases anatómicas. Barcelona, España: EDITORIAL MÉDICA JIMS S.L.*
- Vaamonde, P., Rico, P. V., y Martín, C. (2018). Disfagia tras la cirugía de cabeza y cuello. In Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial (Eds.), *Disfagia orofaríngea: Actualización y manejo en poblaciones específicas* (pp. 197–207). Recuperado de http://www.sgorl.org/images/Ponencias/DISFAGIA_OROFAR%C3%8DNGEA_ACTUALIZACI%C3%93N_Y_MANEJO_EN_POBLACIONES_ESPEC%C3%8DFICAS.pdf
- Valdés, R., Eiroa, A., Pazo, S., Martínez, I., Santamaría, M. L., y González, A. (2018). Uso de la laringectomía horizontal supraglótica y laringectomía parcial supracricoidea como técnicas quirúrgicas en la estrategia de conservación de la laringe. Resultados oncológicos y funcionales. *Acta Otorrinolaringol. Gallega*, 11(1), 103–116. Recuperado de http://www.sgorl.org/revista/images/ACTAONCE/Laringectom%C3%8DADA_Parcial_vf.pdf

- Valentín-Márquez, W. (2006). La oclusión glotal y la construcción lingüística de identidades sociales en Puerto Rico. En: Selected Proceedings of the 9th Hispanic Linguistics Symposium, ed. Nuria Sagarra and Almeida Jacqueline Toribio, 326-341. Somerville, MA: Cascadilla Proceedings Project. Recuperado de <http://www.lingref.com/cpp/hls/9/paper1390.pdf>
- Van Den Berg, J. (1955). On the Rôle of the Laryngeal Ventricle in Voice Production. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 7(2), 57–69. <https://doi.org/10.1159/000262703>
- Van Den Berg, J., Zantema, J., y Doornenbal, P. (1957). On the Air Resistance and the Bernoulli Effect of the Human Larynx. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 29(5), 626–631. <https://doi.org/10.1121/1.1908987>
- Verdolini-Marston, K., Katherine Burke, M., Lessac, A., Glaze, L., y Caldwell, E. (1995). Preliminary study of two methods of treatment for laryngeal nodules. *Journal of Voice*, 9(1), 74–85. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(05\)80225-5](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(05)80225-5)
- Von Doersten, P. G., Izdebski, K., Ross, J. C., y Cruz, R. M. (1992). Ventricular Dysphonia: A Profile of 40 Cases. *The Laryngoscope*, 102(11), 1296–1301. <https://doi.org/10.1288/00005537-199211000-00018>
- Wong, D., Chan, Y. K., Bek, T., Wilson, I., y Stefánsson, E. (2018). Intraocular currents, Bernoulli's principle and non-drainage scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment. *Eye*, 32(2), 213–221. <https://doi.org/10.1038/eye.2017.312>
- Zhang, C., Zhao, W., Frankel, S. H., y Mongeau, L. (2002). Computational aeroacoustics of phonation, Part II: Effects of flow parameters and ventricular folds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 112(5), 2147–2154. <https://doi.org/10.1121/1.1506694>
- Zheng, X., Bielamowicz, S., Luo, H., y Mittal, R. (2009). A Computational Study of the Effect of False Vocal Folds on Glottal Flow and Vocal Fold Vibration During Phonation. *Annals of Biomedical Engineering*, 37(3), 625–642. <https://doi.org/10.1007/s10439-008-9630-9>
- Zörner, S., Šidlof, P., Hüppe, A., y Kaltenbacher, M. (2016). Flow and Acoustic Effects in the Larynx for Varying Geometries. *Acta Acustica united with Acustica*, 102(2), 257–267. <https://doi.org/10.3813/aaa.918942>