



REVISIÓN

Manometría de alta resolución con impedancia para el estudio de la motilidad faríngea y del esfínter esofágico superior: claves para su utilización en el estudio de la fisiopatología de la disfagia orofaríngea



Miguel Martínez-Guillén^a, Pere Clavé^{a,b}, Mónica Zavala^{a,c} y Silvia Carrión^{a,b,*}

^a Unidad de Pruebas Funcionales Digestivas, Hospital de Mataró, Mataró, Barcelona, España

^b Centro de Investigación Biomédica en Red de enfermedades hepáticas y digestivas (CIBERehd), Instituto de Salud Carlos III, Barcelona, España

^c Universidad La Salle México, Ciudad de México, México

Recibido el 11 de mayo de 2023; aceptado el 22 de septiembre de 2023

Disponible en Internet el 9 de octubre de 2023

PALABRAS CLAVE

Manometría de alta resolución;
Disfagia orofaríngea;
Esfínter esofágico superior

Resumen La disfagia orofaríngea (DO) es una enfermedad con una alta prevalencia en diferentes fenotipos de pacientes. La manometría de alta resolución faringoesofágica (MARFE) con impedancia (MARFE-I) se ha convertido en los últimos años en una técnica fundamental para el mejor entendimiento de la fisiopatología de las disfunciones de la faringe y del esfínter esofágico superior (EES) en pacientes con DO. Diversos grupos de expertos han propuesto una metodología para la práctica de la MARFE-I y para la estandarización de las diferentes métricas para el estudio de las disfunciones de la motilidad faríngea y del EES basadas en el la cuantificación de 3 fenómenos principales: la relajación del EES, la resistencia al flujo a través del EES y la propulsión del bolo a través de la faringe hacia el esófago. De acuerdo a las alteraciones de estas métricas, se proponen 3 patrones de disfunción que permiten un abordaje terapéutico específico: a) restricción al flujo del EES con propulsión faríngea normal; b) restricción al flujo del EES con propulsión faríngea inefectiva, y c) contracción faríngea inefectiva con normal relajación del EES. Presentamos una revisión práctica de la metodología y la métrica que emplean los principales grupos de trabajo junto con la descripción de los principales patrones de disfunción de acuerdo con nuestra experiencia para poner de relevancia la utilidad de la MARFE-I en el estudio de la fisiopatología y selección de un tratamiento específico en pacientes con DO.

© 2023 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: scarrión@cscdm.cat (S. Carrión).

KEYWORDS

High-resolution
esophageal
manometry;
Oropharyngeal
dysphagia;
Upper esophageal
sphincter

High-resolution manometry with impedance for the study of pharyngeal motility and the upper esophageal sphincter: Keys for its use in the study of the pathophysiology of oropharyngeal dysphagia

Abstract Oropharyngeal dysphagia (OD) is a pathology with a high prevalence in different patient phenotypes. High-resolution pharyngoesophageal manometry (HRPM) with impedance (HRPM-I) has become in recent years a fundamental technique for better understanding the pathophysiology of pharynx and upper esophageal sphincter (UES) dysfunctions in patients with OD. Various groups of experts have proposed a methodology for the practice of the HRPM-I and for the standardization of the different metrics for the study of pharyngeal motility and UES dysfunctions based on the quantification of 3 main phenomena: relaxation of the UES, resistance to flow through the UES and propulsion of the bolo through the pharynx into the esophagus. According to the alterations of these metrics, 3 patterns of dysfunction are proposed that allow a specific therapeutic approach: (a) UES flow restriction with normal pharyngeal propulsion; (b) UES flow restriction with ineffective pharyngeal propulsion, and (c) ineffective pharyngeal contraction with normal relaxation of the UES. We present a practical review of the methodology and metrics used by the main working groups together with the description of the main patterns of dysfunction according to our experience to highlight the usefulness of the HRPM-I in the study of the pathophysiology and selection of a specific treatment in patients with OD.

© 2023 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La disfagia orofaríngea. Definición y prevalencia en diferentes fenotipos de pacientes

La disfagia orofaríngea (DO) es un trastorno de la motilidad digestiva reconocido por la Clasificación Internacional de las Enfermedades (CIE) de la Organización Mundial de la Salud con códigos específicos 787.2 (ICD-9) y R13.1 (ICD-10)¹ y se produce por trastornos fisiológicos que afectan a la respuesta motora orofaríngea (RMOF), como el envejecimiento, enfermedades neurológicas tanto degenerativas como procesos agudos, como un accidente vascular cerebral o por alteraciones anatómicas (tumores de cabeza y cuello o radioterapia)². La DO está reconocida como síndrome geriátrico y afecta al 27% de los ancianos que vive de forma independiente y hasta al 51% de los institucionalizados³.

Biomecánica de la DO en sanos y en pacientes

El proceso de la deglución es un fenómeno complejo en que se lleva a cabo el paso del bolo de la boca hasta el esófago y en el que es preciso una transformación temporal de la vía respiratoria en una vía digestiva⁴. Este proceso implica estructuras motoras y sensoriales y comprende 3 fases bien diferenciadas: una fase oral, voluntaria, en que se prepara y propulsa el bolo hacia la faringe⁵; una fase faríngea, involuntaria, en la que tiene lugar la transformación temporal de las estructuras orofaríngeas que permite el paso del bolo hasta el esófago a través del esfínter esofágico superior (EES)^{1,2}, y una fase esofágica, involuntaria, que acompaña el bolo hasta el estómago³.

Alteraciones biomecánicas de la RMOF

La fisiopatología de la alteración en la seguridad está en relación con un retraso en la activación de varios reflejos fisiológicos que tiene como objetivo la reconfiguración faríngea de vía respiratoria a digestiva, teniendo como consecuencia una respuesta deglutoria neural lenta. Los fallos en la seguridad de la deglución en pacientes con DO conllevan un mayor riesgo de presentar aspiraciones y penetraciones a nivel respiratorio con el riesgo de neumonía aspirativa^{6,7} y los fallos en la eficacia se relacionan con alteraciones en el transporte del bolo debidas a disminución en la fuerza de propulsión faríngea o alteración en la apertura del EES con la presencia de residuo a nivel orofaríngeo y mayor riesgo de desnutrición y deshidratación⁸. Algunas de las causas más frecuentes serían los cambios fisiopatológicos asociados al envejecimiento, enfermedades neurodegenerativas y farmacológicas².

Factores anatómicos e histológicos de la faringe y del esfínter esofágico superior

El EES es una región anatómica de alta presión en la zona de unión faringoesofágica de unos 3-4 cm de longitud y comprende los músculos constrictor inferior de la faringe, cricofaríngeo (MCF) y estriado del esófago cervical⁹. El MCF se encuentra en la zona de transición entre el constrictor inferior de la faringe y la musculatura del esófago cervical y en su región superior se encuentra la zona de mayor presión que está unida anatómicamente por tejido muscular, cartílago y aponeurosis en lugar de un simple anillo muscular.

A nivel histológico, el MCF es un músculo estriado de fibras de pequeño tamaño de contracción lenta tipo I, no orientadas de forma paralela, lo que permite el mantenimiento de la tonicidad basal⁹. La presencia de algunas fibras de contracción rápida permite una contracción rápida durante la deglución, eructos y vómitos. En relación con

otros músculos esqueléticos, el MCF presenta una gran proporción de tejido conectivo.

Mecanismos fisiopatológicos involucrados en la apertura del EES y diferentes patrones patológicos

El EES se encuentra cerrado en estado de reposo y para su apertura son necesarios los siguientes 4 fenómenos: 1) la interrupción del tono vagal sobre el MCF, permitiendo la relajación muscular; 2) la tracción anterior del esfínter causada por la contracción del músculo hioides; 3) las fuerzas de propulsión de la lengua y la faringe sobre el bolo, y 4) la compliancia del esfínter que permite la relajación completa, bajas presiones residuales y ausencia de resistencia durante la deglución¹⁰.

Las alteraciones en los mecanismos descritos dan lugar a 3 grandes patrones fisiopatológicos de disfunción del EES: a) alteración restrictiva al flujo a nivel del EES, donde hallaremos una capacidad propulsiva conservada a nivel de la base de la lengua y la faringe pero con alteración de la relajación del EES debido a enfermedades neurológicas (centrales o espásticas, como enfermedad de Parkinson) con incapacidad de interrumpir el tono vagal sobre el músculo cricofaríngeo o aislada a nivel del EES con alteración de su compliancia como en el caso de las barras del cricofaríngeo; b) la debilidad en la contracción de musculatura hioidea o de la base de la lengua, secundarias a enfermedades neurodegenerativas o sarcopenia con relajación conservada del EES, y c) procesos mixtos donde encontremos tanto alteración de la relajación del EES como una capacidad propulsiva de la lengua y la faringe alterada, por ejemplo, en pacientes con tratamiento radioterápico previo^{11,12}.

Diagnóstico clínico e instrumental de la DO

El objetivo del diagnóstico en la DO es evaluar la eficacia y la seguridad de la deglución de forma temprana y por un equipo multidisciplinar mediante métodos clínicos de cribado como son la historia clínica y cuestionarios específicos, métodos clínicos validados (p. ej., Método de Exploración Clínica Volumen-Viscosidad [MECV-V]) y en aquellos pacientes con alteraciones en los métodos clínicos validados, se realizará la valoración instrumental mediante videofluoroscopia (VFS) o evaluación de la deglución mediante laringoscopia (FEES [Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing]), pudiendo ser complementado el estudio con la manometría de alta resolución faringoesofágica (MARFE).

Los objetivos principales del presente artículo son: revisar la metodología actual aceptada para la realización e interpretación de la MARFE, dar las pautas para clasificar los diferentes patrones de disfunción del EES mediante el estudio con MARFE, y poder decidir el tratamiento más apropiado para cada paciente.

Utilidad de la manometría esofágica de alta resolución

Antecedente: manometría de alta resolución y clasificación de Chicago (CC)

La manometría faringoesofágica de alta resolución con impedancia (MARFE-I) es un método de estudio de la

unidad faringoesofágica mediante el registro de presiones y flujo generados por la musculatura faríngea durante la deglución¹³ con un gran desarrollo en la última década tras la popularización de la manometría esofágica de alta resolución. Los trastornos del EES representan el 3% en los informes de manometría y estos no se incluyen a día de hoy en las últimas clasificaciones de trastornos motores esofágicos, como la Clasificación de Chicago versión 4.0¹⁴. En la actualidad existe un grupo internacional de trabajo para la estudio mediante MARFE-I de la faringe y del EES (High-Resolution Pharyngeal Manometry International Working Group), que recientemente ha publicado unas recomendaciones para el protocolo y métricas en la MARFE-I¹⁵ que posteriormente comentaremos, estas han sido revisadas y actualizadas en la última reunión del grupo de acuerdo con los últimos avances y estudios publicados celebrada en mayo de 2023 dentro del Ascona III Meeting y que se resumen en esta revisión (Ascona III Advances in Clinical Measurement of Gastrointestinal Motility and Function). Respecto a la sonda más indicada para el estudio de la unidad faringoesofágica, tendremos que tener en cuenta los siguientes fenómenos: a) el EES presenta una asimetría radial y su eje mayor está orientado transversalmente; debido a esto los valores manométricos son mayores en dirección anteroposterior (9); b) durante la deglución se produce un movimiento de ascenso rápido del EES, y c) todos los músculos del EES y la faringe son estriados y presentan contracciones muy rápidas e intensas de hasta 600 mmHg/s. Por estos motivos, para un registro preciso es necesaria una sonda con múltiples canales de registro orientados radial y circunferencialmente y poder disponer de una captura de alta frecuencia en los cambios de presión tal y como ofrecen las sondas en estado sólido¹⁶.

Relación entre VFS y MARFE-I

La VFS es una prueba radiológica dinámica que consiste en la obtención de secuencias de imágenes de la deglución de diferentes bolos y viscosidades, en perfil lateral y anteroposterior¹⁷, permitiendo visualizar la anatomía, función de la orofaringe y fase esofágica cervical valorando la eficacia y seguridad de la deglución y evaluar la apertura del EES. En cambio, mediante la MARFE es posible evaluar la relajación del EES y estimar la apertura del mismo mediante la impedanciometría.

Una reciente revisión propone la MARFE-I como segunda línea de estudio de los trastornos de la deglución en caso de que la VFS o la FEES no aporten un diagnóstico definitivo¹⁸. Se trata de una recomendación conservadora basada en la falta de disponibilidad en muchos centros de la MARFE-I¹³ y la no existencia actual de un protocolo para su interpretación; de hecho, la decisión de realizar una MARFE-I después, durante, o como única técnica, tendría que depender de las características del paciente, siendo habitualmente la principal indicación el estudio de las alteraciones de la apertura del esfínter superior visibles en la VFS como «barras» del cricofaríngeo¹⁹.

MARFE e impedanciometría: ¿qué valor añade?

La impedancia es una herramienta no radiológica que permite estudiar el flujo de los fluidos a través de la luz

de la unidad faringoesofágica, presentando una correlación directa con el área de apertura del EES²⁰ y permitiendo valorar la velocidad y dirección del mismo. El paso de un bolo con alta conductividad (mayoría de líquidos y sólidos) producen una disminución de la impedancia con respecto al nivel basal y los de baja conductividad (gas) un aumento de la misma²¹. El hecho de combinar el estudio de presión e impedancia permite la valoración de la motilidad y de flujo de forma simultánea consiguiendo una representación visual del flujo de presión durante la deglución cuyas variables objetivas son analizadas por un software específico¹⁹. El valor de impedancia nadir durante la deglución del bolo, o su admitancia máxima inversa, se pueden utilizar para determinar la extensión máxima de apertura luminal durante el flujo del bolo¹³.

Equipo de MARFE-I, impedanciometría y sondas

Actualmente existe una amplia variedad de modelos de MARFE-I en el mercado; en una revisión sistemática de la metodología se reporta que el equipo más popular en los estudios publicados es el ManoScanTM HRM (MEDTRONIC, Minneapolis, Minnesota, EE.UU.)²² seguido de Solar GITM (SolarGI HRM, Laborie, Orangeburg, New York, EE.UU.) e inSIGHTTM (inSIGHT, Diversatek, Milwaukee, Wisconsin, EE.UU.). Puede llevarse a cabo mediante sondas de estado sólido o de perfusión de agua, si bien los expertos recomiendan sistemas de estado sólido ya que disponen de un mayor número de canales de registro y pueden detectar cambios de presión a una alta frecuencia, lo que es necesario al estudiar estructuras compuestas de músculo esquelético como la faringe y el EES. Estas sondas han de presentar al menos 10 sensores de presión separados por 1 cm y en caso de incorporar impedancia, estos estarían separados cada 2 cm¹⁵. La morfología del EES es estrecha y asimétrica por lo que para su estudio es necesario el uso de múltiples sensores circunferenciales (orientación radial) por las características anatómicas descritas; aunque no existe un posicionamiento a día de hoy de los expertos, sí es la más utilizada (61,3%) en los estudios²² que recoge la revisión antes mencionada. En los grupos que emplean sondas en estado sólido el número de canales de registro empleado más habitual es 36 y en el caso de las sondas de impedancia 12²².

Software

Para el registro de los datos en la MARFE-I la mayoría de grupos emplean el *software* original que incorpora el equipo (p. ej., MatlabTM [MathWorks, Natick]), MMS); sin embargo, la mayoría de ellos están diseñados para el registro de presiones del cuerpo esofágico y del esfínter esofágico inferior, y para registrar ciertas métricas es preciso asociar otro *software* específico. En caso de incorporar la impedanciometría habitualmente se emplean *software* externos como: MatlabTM, AIMplot²². El *software* que ofrece MathWorks en MATLAB (lenguaje informático) es una plataforma de pago para el análisis de los datos, en este caso manométricos, extraídos de forma automatizada creando algoritmos y permitiendo el cálculo de integrales de forma sencilla²³, aunque permite exportar los estudios no permite

la comunicación para comparar estudios entre diferentes laboratorios. SwallowGatewayTM (swallowgateway.com) es una plataforma actualmente de pago creada en 2017 por Taher Omari²⁴ que permite el análisis de los datos de forma automatizada extraídos de un estudio manométrico con impedancia esofágica y faríngea de tal forma que estos quedan guardados en red, integra la información del diagnóstico permitiendo la comunicación y discusión entre expertos habiéndose publicado un estudio recientemente que demuestra su validez frente a otros sistemas comerciales disponibles. Esta plataforma requiere la configuración específica del *software* para cada tipo de sonda.

Metodología

Previo a la realización de la MARFE-I se informa al paciente de la exploración, molestias o complicaciones derivadas que deberían verse recogidas en un consentimiento informado¹⁹. Además, es recomendable la realización de cuestionarios dirigidos a valoración de síntomas antes de la manometría que pueden ser entregados junto a la información o preparación. La metodología recomendada por el Grupo Internacional de Trabajo está recogida en su reciente publicación¹⁵; de acuerdo con esto, cuando se realiza una MARFE-I se debería llevar a cabo el registro tanto de las presiones faríngeas como esofágicas y el estudio de la impedancia para evaluar el flujo a través del EES y estimar su apertura.

La colocación de la sonda se lleva cabo por personal capacitado pudiéndose emplear gel lubricante y pequeños sorbos de agua con una cañita¹⁵; recientemente se ha demostrado que el uso de anestésico tópico nasal no mejora el comodidad, bienestar del paciente, pero sí la tolerancia de sondas de 4,2 mm, y no afecta al proceso de deglución²⁵. Posteriormente se recomienda un periodo de acomodación de unos 5 min y se lleva a cabo con el paciente sentado o semirreclinado, con la cabeza en posición neutra. Actualmente aún no existe un protocolo estandarizado, si bien desde el Grupo Internacional de Trabajo se recomienda un protocolo mínimo estandarizado de investigación que debería incluir degluciones secas y degluciones líquidas de diferentes volúmenes, siendo 5 y 10 ml las más utilizadas y 20 ml solo en casos seleccionados, administradas con una jeringa de 20 ml y al menos 3 repeticiones de cada una. Se recomienda de acuerdo con 2 trabajos recientes incorporar, por una parte, degluciones voluntarias ya que al realizar varias consecutivas la variabilidad de la presión faríngea aumenta y puede ser un indicador de la respuesta compensatoria en pacientes con párkinson²⁶ y, por otra, degluciones naturales que son más uniformes y presentan una dinámica de deglución más eficiente que la deglución estructurada²⁷. Además, se recomienda emplear diferentes viscosidades que deben ser reproducibles para evaluar el efecto del volumen y la viscosidad en el comportamiento de la unidad faringoesofágica¹⁵. Si bien, en la actualidad no existe un consenso sobre la terminología utilizada para describir los diferentes niveles de viscosidad para líquidos espesados: The European Society for Swallowing Disorders (ESSD) aconseja que la viscosidad sea referida en medidas del sistema internacional (mPa·s) evitando rangos de viscosidad y descriptores cualitativos, pues muchas clasificaciones, como la International Dysphagia

Diet Standardization Initiative (IDDSI), no expresan la viscosidad en términos científicos, sino que se basa en el comportamiento subjetivo del flujo de fluidos en el interior una jeringa.

En un trabajo recientemente publicado por el grupo de T. Omari en el que se estudia el efecto del cambio del volumen y la viscosidad en la modulación faríngea, el protocolo se basó en la administración 4 volúmenes diferentes (3, 5, 10 y 20 ml) y 3 viscosidades distintas que fueron confirmadas mediante el sistema IDDSI y para las que se calculó el valor de corte (Shear viscosity rate) mediante reómetro para establecer viscosidades de $37,37 \pm 5,16$ mPa·s (IDDSI 2) y $637,49 \pm 33,71$ mPa·s (IDDSI 4) a 50s^{-1} ²⁸. En este estudio se pone de manifiesto la importancia de implementar el cambio de volumen y viscosidad en las diferentes degluciones ya que los autores reportan cambios significativos en la métrica de la faringe, como un aumento de la presión intrabolo en la hipofaringe o en la integral de presión de relajación del EES.

Métrica

La recomendación del Grupo Internacional de Trabajo con respecto a la métrica para el estudio de la DO mediante MARFE-I es que cualquier estudio debería describir estos 3 fenómenos principales: a) la relajación del EES; b) la resistencia al flujo a través del EES y c) el vigor de las fuerzas de propulsión del bolo (por lengua y faringe). De acuerdo con esto, la métrica debería evaluar en ese orden: a) las presiones de relajación del EES; b) la presión intrabolo en la hipofaringe como medida de resistencia de paso a través del EES, y c) las presiones contráctiles de la faringe y la base de la lengua por encima del EES. Existen diferentes métricas que pueden definir estos fenómenos; a continuación, se describen las más importantes para el diagnóstico.

Relajación y apertura del EES

La relajación y apertura del EES es un proceso complejo que depende del volumen y viscosidad del bolo. La presión de relajación del EES, determinada manométricamente, presenta una buena correlación con la electromiografía del MCF mediante su activación (reposo) y desactivación (relajación, durante la deglución) mediada por el troncoencéfalo^{19,29}; estas aumentan con el volumen del bolo y con la edad (siendo la presión intrabolo una medida indirecta de la relajación). Por su parte, los mecanismos que determinan la apertura del EES dependen de la fuerza y sincronización de los músculos supra e infrahioides, del bolo (propulsión faríngea), la inhibición del tono neural y la compliancia del MCF y se puede evaluar mediante impedanciometría. Teóricamente, la impedancia luminal medida durante el flujo de un bolo está influida por el diámetro de la luz por donde transita y, de hecho, la impedancia nadir corresponde al momento en que la luz se distiende al máximo durante la ingesta del bolo y debido a esto se ha utilizado como punto de referencia temporal para la medición de presiones mediante la MARFE²¹. Según los principios teóricos, la impedancia de una cámara llena es inversamente proporcional al área de su sección transversal, principio básico de la técnica EndoFLIP el cual adapta los principios de la planimetría de

la impedancia en una técnica funcional luminal³⁰. Estudios comparando manometría e impedancia con VFS han demostrado la utilidad de la impedancia en la valoración del diámetro de la luz del EES y, por lo tanto, de su apertura³¹. En los últimos años, se utiliza la inversa de la impedancia nadir al que se denomina admitancia que es el valor más alto registrado durante el flujo del bolo a través del EES ya que es más intuitivo que la impedancia, habiendo demostrado ser un buen marcador de la disfunción en la apertura del EES y comparado con UES-IRP parece ser mejor para discriminar grupos de pacientes con alteraciones motoras faríngeas.

Medidas de relajación del EES:

- a. *El tiempo de relajación del EES (UES relaxation time [UES-RT])* es el intervalo de tiempo de registro del *eSleeve* con una presión por debajo del 50% de la presión basal del EES, se mide en segundos³². La introducción del *eSleeve* en la MARFE-I ha mejorado el análisis del EES ya que evita los errores de cálculo secundarios a la elevación del EES durante la deglución. Esta es mayor en posición supina y no se ve afectada por el sexo, altura peso o IMC³³.
- b. *Presión de relajación del EES*: destacan 2 métricas empleadas en el estudio de la presión de relajación del EES, la presión de relajación mínima (o presión nadir) y la integral de presión de relajación (UES-IRP). La UES-IRP es la media de presiones durante los 0,25 s de máxima relajación, refleja la presión del bolo *dentro* del esfínter e indica la relajación completa del EES y la compliancia del esfínter³⁴. Es similar a la IRP-4s utilizada para evaluar la unión esofagagástrica. La métrica de elección actualmente es la UES-IRP, siendo más exacta por tratarse de un conjunto de medidas que aúna presión y tiempo recogidas en 0,25 s.

Medidas de apertura EES:

- a. La determinación de la *admitancia máxima del EES (UES Max Admittance)*, inversa de la impedancia nadir, se realiza calculando el valor más alto de admitancia registrado durante el flujo de bolo a través del EES¹⁵, ha demostrado ser un marcador de disfunción en la apertura del EES y comparado con UES-IRP podría ser mejor para discriminar grupos de pacientes con alteraciones motoras faríngeas²⁰.

Evaluación de la resistencia al flujo a través del EES: presión intrabolo hipofaríngea (*hypopharyngeal intrabolus pressure*)

Para un correcto paso o flujo del bolo se necesita una apropiada propulsión de la lengua y la faringe y una correcta relajación y apertura del EES que confiera una baja resistencia al bolo a pasar a su través. Para valorar la resistencia al paso del bolo se ha desarrollado una métrica, la *presión intrabolo hipofaríngea* (HIBP) que ha demostrado ser un buen marcador manométrico de resistencia al flujo a nivel del EES^{12,35}, la cual aumenta con el volumen y viscosidad del bolo. El gradiente HIBP refleja la diferencia de presión entre la faringe y el EES durante el paso de bolo a través

del esfínter, habiéndose propuesto 3 métricas, de las que las 2 primeras son las más utilizadas en la literatura:

- La presión intrabolo medio-hipofaríngea (mid-hypopharyngeal [IBP])** fue más utilizada previa a la instauración de la MAR de forma independiente y precisaba de videomanometría³⁶. Se define como la presión en el punto medio del bolo durante su avance, registrada radiológicamente.
- Presión hipofaríngea en la impedancia nadir (PNadImp o PNI)**: se trata de la presión en el momento de la máxima distensión hipofaríngea (o admitancia) determinada por el valor de la impedancia 1 cm por encima del punto *apogee* (o unión faringoesofágica) del EES^{35,37}. Esta medida es la consecuencia mecánica de las fuerzas propulsoras linguales y faríngeas junto al diámetro de la luz¹⁹, por tanto, una PNI anormalmente elevada puede ser un marcador de restricción al flujo por enfermedad estructural. Estudios previos han demostrado que es un predictor de estenosis de la unión faringoesofágica y pierde valor predictivo cuando las fuerzas de contracción faríngea son demasiado débiles para movilizar el bolo³⁷ puesto que la propulsión ineficaz de este (debido a sarcopenia, por ejemplo) impedirá que se desarrolle una presión hipofaríngea a pesar de existir una estenosis.
- Incremento de presión hipofaríngea (hypopharyngeal pressure increment [HPI])**, definido por el promedio de presiones que preceden el inicio de la contracción faríngea a un umbral de 20 mmHg. Como solo ha sido estudiada en el seno de un estudio con voluntarios sanos, no se emplea en la práctica clínica habitual¹⁵.

La presión generada por la inversión epiglótica³⁸ es un artefacto que debe tenerse en cuenta al realizar una MARFE-I, pudiendo dar lugar a resultados potencialmente erróneos de la presión intrabolo ya que, por ejemplo, puede influir dando valores de HIBP mayores¹⁵.

Evaluación de las fuerzas propulsivas faríngeas

Los pacientes con DO pueden presentar una RMOF secuencial y coordinada, pero con la fuerza propulsiva lingual y faríngea débil, favoreciendo el residuo en valécula o senos piriformes y predisponiendo a la aspiración posdeglutoria^{13,15}. Para la evaluación de las fuerzas propulsivas faríngeas, se pueden valorar las diferentes regiones de la faringe por separado (velo, meso e hipofaríngea) y el EES, combinaciones de ellas o la faringe al completo (fig. 1).

La velofaríngea está compuesta por el músculo del velo del paladar, el tensor del velo del paladar, el músculo de la úvula, el palatogloso, el palatofaríngeo y el constrictor superior de la faringe. La mesofaríngea es la región más posterior de la cavidad bucal y se extiende desde el paladar blando hasta el hioides e incluye el tercio posterior de la lengua, incluyendo los músculos constrictores superior y medio, palatogloso e hiogloso. En su cara anterior, limita con la cavidad bucal por medio de los pilares palatinos anteriores y posteriores y a cada lado con las amígdalas palatinas. La hipofaríngea se extiende desde la línea imaginaria situada a nivel del hueso hioides hasta el borde inferior del cartílago cricoides donde se continúa con el EES. Comprende

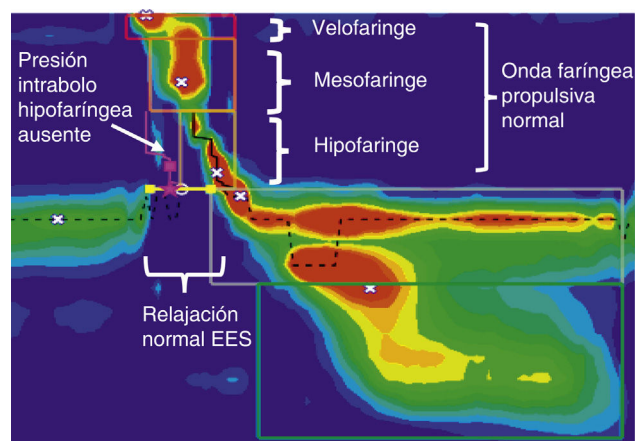


Figura 1 Imagen de un trazado manométrico de una deglución normal. En esta figura se aprecia una deglución normal en donde se puede diferenciar: a) una relajación normal del EES, estudiada mediante la presión de relajación mínima (o nadir) y la integral de relajación del EES (UES-IRP); b) la resistencia al flujo a través del EES (en este caso presión intrabolo en la hipofaríngea ausente), estudiada mediante la presión intrabolo en la hipofaríngea (HIBP), y c) la evaluación de la propulsión de la lengua y faringe que se muestra como una onda faríngea propulsiva normal, mediante la presión pico faríngea y la integral de contracción faríngea (PhCI) que se puede evaluar de forma conjunta o dividirla en las diferentes regiones anatómicas (velo, meso o hipofaríngea).

3 regiones o subsitios: los senos piriformes, la pared posterior y lateral de la faringe (músculos constrictores faríngeos medio e inferior), y la región poscricoides³⁹.

Las métricas utilizadas para la valoración propulsiva de la faringe son las siguientes:

- El pico de presión faríngea (*peak pressures* [PeakP]) representa la fuerza de la contracción faríngea y su valor medio es 140 mmHg (107-194 mmHg)³⁵. Para su determinación no precisa de un *software* complejo, pero son medidas con resultados variables y propensos a artefactuarse con la sonda. Esta métrica de contractilidad ha demostrado ser un predictor de aspiraciones y presencia de residuo en senos piriformes en un estudio comparando MARFE-I y VFS⁴⁰, donde fue la mejor métrica para diferenciar pacientes de controles en caso de no presentar alteraciones del EES.
- La integral de contracción faríngea (PhCI), igual que la integral de contracción distal (DCI) en el esófago distal, resulta un buen marcador del llamado «vigor» de la respuesta deglutoria faríngea. Se recomienda, no obstante, el estudio de las diferentes integrales de contracción de las regiones descritas (velo [VCI], meso [MCI] e hipofaríngea [HCI]), útiles en el caso de un paciente que presentara una PhCI aparentemente normal, siendo fruto de una compensación con una mayor presión de una de las regiones (mesofaríngea) debido a la debilidad de otra (velo o hipofaríngea)¹⁵. La velofaríngea, que es la responsable de sellar la nasofaríngea cuando se somete a volúmenes altos, parece ser un marcador importante de la modulación del volumen⁴¹. En el estudio de las regio-

nes de la faringe se recomienda utilizar la VCI y la MCI, ya que en la velo y mesofaringe las presiones son sostenidas o multimodales, es decir, manteniéndose estables o variando unos milisegundos, no siendo tan necesaria para hipofaringe ya que en esta zona la respuesta es breve y unimodal, alcanzando en escasos milisegundos un pico de presión y retorno posterior a la presión de reposo¹⁵. Estas presiones tienden a ser mayores con volúmenes y viscosidades mayores, edad (compensación por aumento de resistencia de apertura del EES) y con maniobras de *Chin-tuck* o Mendelsohn. Por tanto, informar e interpretar las diferentes regiones puede ser de más utilidad que la PhCI en caso de pacientes con disfagia ya que las VCI y MCI han demostrado ser predictores de aspiración y presencia de residuo⁴⁰. El problema de esta métrica es que no permite diferenciar con tanta precisión como la PeakP entre controles y pacientes, por lo que futuros estudios deberán establecer qué métrica es la más precisa para valorar la capacidad propulsiva de la faringe⁴⁰.

Otras medidas asociadas a la impedancia

La impedancia complementa a la manometría en el estudio de la deglución ya que permite determinar la presencia y el flujo del bolo a través de la faringe, con ella se han implementado 2 métricas que ayudan al estudio del flujo del bolo en relación con el tiempo y con la fuerza de contracción faríngea.

El tiempo de presencia del bolo en la hipofaringe (o *bolo presence time* [BPT]) es una métrica temporal, que indica el tiempo que el bolo permanece en la hipofaringe durante el momento de máxima admitancia desde el momento de apertura hasta el cierre del EES⁴². Un valor elevado del BPT podría indicar o bien, una caída o llegada prematura del bolo a la hipofaringe, o bien la presencia de un residuo posdeglutorio¹⁹.

La latencia de contracción-distensión es una métrica que refleja una relación temporal entre el punto de máxima admitancia (distensión) en la hipofaringe y el pico de presión faríngea o PeakP⁴². En caso de valores bajos sugiere una propulsión lingual insuficiente (si la HIBP es baja) o resistencia al flujo (cuando la HIBP es normal)¹⁹.

Patrones de disfunción faringoesofágicas en la MARFE-I

El Grupo Internacional de trabajo proponía en la anterior reunión de Ascona II (2015) clasificar a los pacientes en 3 patrones de disfunción atendiendo al patrón y métricas que se han expuesto previamente, pero recientemente, un estudio publicado en 2022 propone un nuevo algoritmo en función del patrón de presurización⁴⁰ (fig. 2). Ambas clasificaciones precisan de más evidencia para su validación por lo que nuestra propuesta es mantener la clasificación presentada en Ascona II, pero con las recomendaciones respecto a la métrica propuesta las nuevas publicaciones y comentada en Ascona III⁴⁰.

Categoría 1: «Restricción al flujo del EES con propulsión conservada»

Este patrón se da en los pacientes en los que existe una propulsión adecuada del bolo en la faringe (tanto por la base

de la lengua como por los constrictores de la faringe), junto con una alteración restrictiva de la relajación a nivel del EES. Según estudios recientes, la métrica que mejor define esta categoría sería una IRP del EES superior al límite de normalidad recomendando la utilización de otras métricas que apoyen el diagnóstico como una HIBP aumentada o una admitancia a nivel del EES disminuida junto con algún patrón de presurización añadido⁴⁰. En la figura 3 podemos ver un ejemplo de esta categoría.

Dentro de esta categoría se engloban los pacientes con un patrón restrictivo puro con obstrucción al flujo a nivel del EES como aquellos con divertículo de Zenker o con barra del MCF como única alteración. Este grupo de pacientes se caracteriza por presentar una RMOF normal con propulsión del bolo conservada y una compliancia del EES disminuida, secundaria a la fibrosis del EES. En la figura 4 se muestra una imagen de videofluoroscopia de un paciente con una alteración de la apertura del EES con un divertículo de Zenker. Estudios histológicos⁴³ han establecido claramente que la fisiopatología de la reducción de la distensibilidad del EES se debe a una fibrosis de las fibras musculares del esfínter. El tratamiento de elección de este grupo de pacientes es la miotomía endoscópica del MCF mediante C-POEM con resultados excelentes manteniendo la RMOF intacta^{2,3} quedando la cirugía obsoleta dada las potenciales complicaciones secundarias. La dilatación es una opción para pacientes no candidatos a la miotomía⁴⁴.

Categoría 2: «Restricción al flujo en el EES con defecto propulsivo»

En esta categoría se engloban los pacientes con defectos propulsivos en la base de la lengua o constrictores de la faringe junto con un patrón restrictivo a nivel del EES. En este caso, la métrica que mejor lo caracteriza es la presión de relajación del EES, y concretamente valores elevados de esta junto con una disminución en la propulsión de la faringe.

Se pueden distinguir 2 subfenotipos en función de la contractilidad de la faringe: a) tipo I con contractilidad ausente, basado en una contracción no apreciable manométricamente, y b) tipo II contractilidad débil, basado en una PP que se encuentre por debajo del límite inferior de la normalidad. En la figura 5 se muestra un ejemplo al respecto.

En la segunda categoría se clasifican los pacientes con enfermedades neurológicas espásticas como la enfermedad de Parkinson o daño medular o pacientes tratados mediante radioterapia. Este grupo de pacientes se caracteriza por presentar una RMOF alterada o incluso ausente y una propulsión del bolo débil; además asocian una alteración o ausencia de relajación del EES. En esta categoría donde las fuerzas propulsivas están disminuidas la miotomía no presenta buenos resultados; la inyección de bótox en el EES o dilatación puede ser una opción terapéutica junto con el C-POEM^{44,45}. Las estrategias de neurorrehabilitación para mejorar las fuerzas de propulsión del bolo también son recomendables en este patrón.

Categoría 3: «Contracción faríngea ineficaz»: en este grupo se incluyen los pacientes con presión de contracción faríngea ineficaz (PP < LIN) y que presentan una relajación y apertura del EES normal (UES-IRP normal), pudiéndose observar un ejemplo en la figura 6. Como previamente se ha comentado, la PP es la métrica que mejor discriminó entre

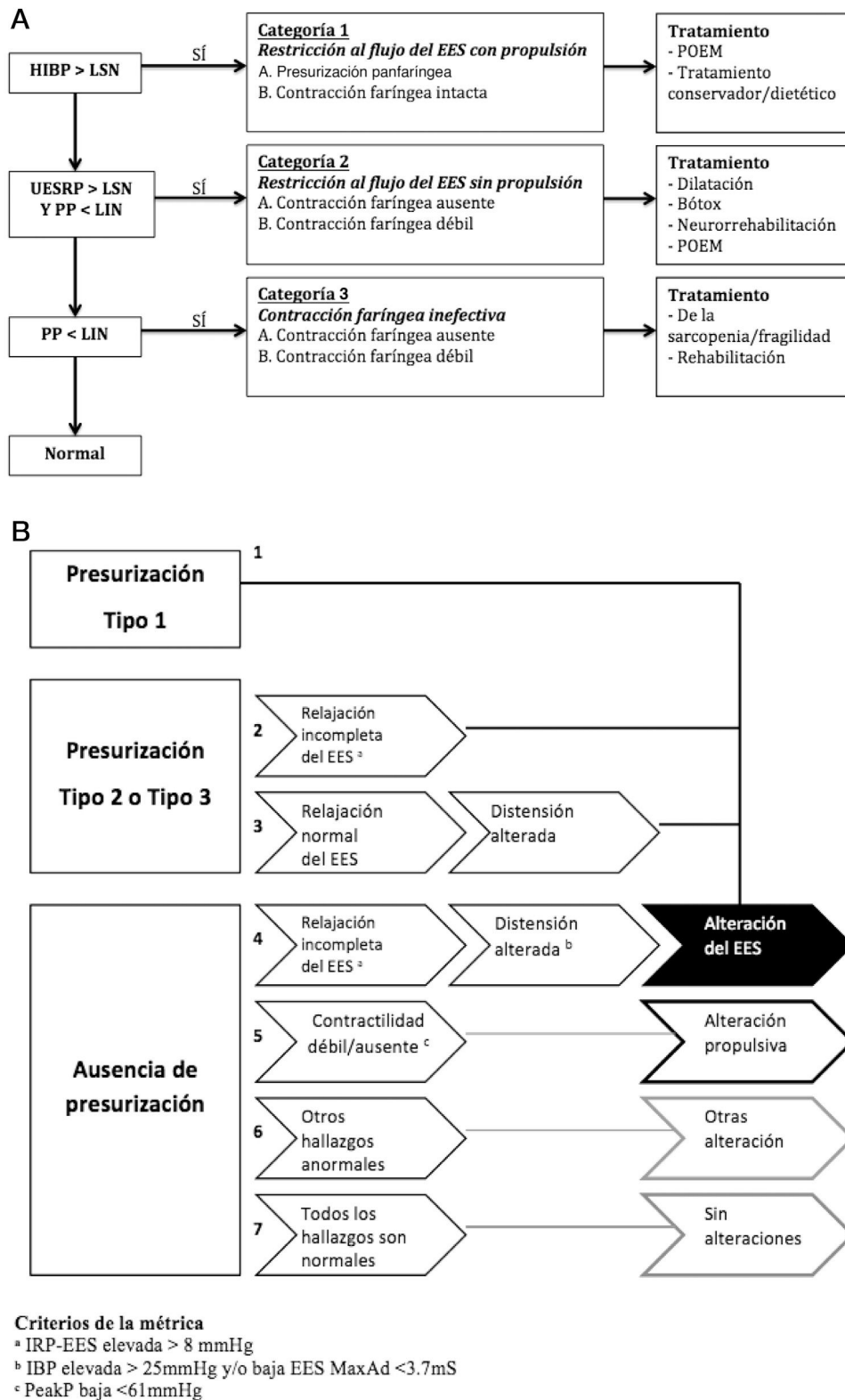


Figura 2 A) Adaptación del diagrama de flujo propuesto por el Grupo Internacional de Trabajo (Ascona-II) para el proceso de clasificación de las categorías de disfunción faringoesofágicas. B) Adaptación del diagrama de flujo propuesto en la reunión del Grupo Internacional de Trabajo de Ascona-III para la clasificación de las categorías de disfunción faringoesofágicas basado en el estudio de Omari et al.⁴⁰. En este diagrama se propone clasificar a los pacientes en función de un patrón de presurización inicial. En el patrón de presurización tipo 1 (número 1) aparecería un patrón biomecánico claro de obstrucción al flujo. Los patrones 2 o 3 son considerados como alteraciones/trastornos del EES al observar combinación de relajación incompleta del EES (tipo 2), según la IRP del EES o hallazgos de alteración en la distensibilidad (máxima admitancia del EES) (tipo 3).

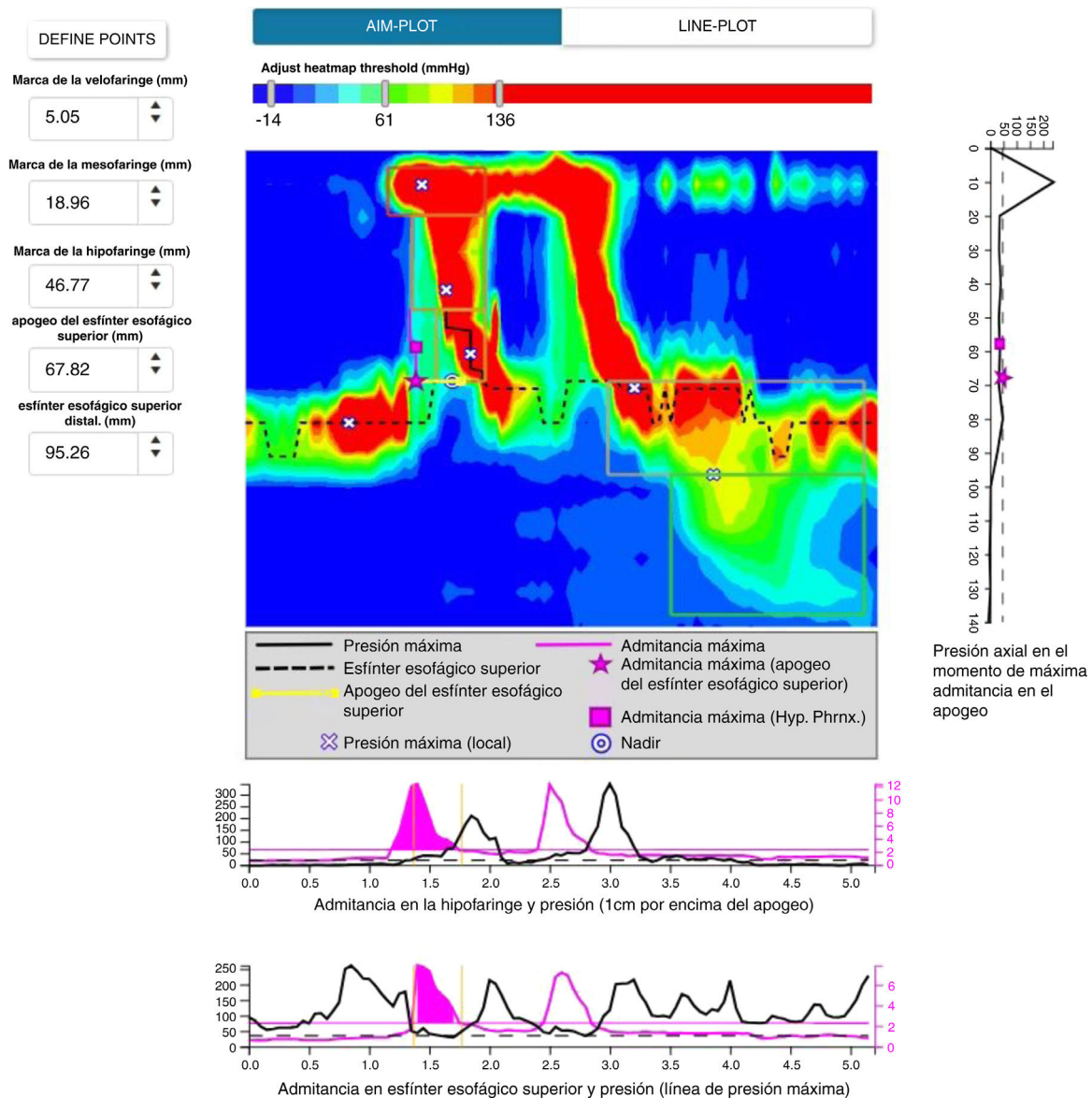


Figura 3 A) Se muestra el trazado manométrico de una deglución de 20 ml con viscosidad néctar (250 mPa.s) de un paciente con una barra del músculo cricofaríngeo. Presenta una fuerza de propulsión faríngea normal (350 mmHg.s-cm). Se aprecia una alteración de la relajación del EES de acuerdo con el UES-IRP 0,2 s de 28 mmHg que aumenta con las sucesivas degluciones al aumentar el volumen y la viscosidad, lo que sugiere un patrón restrictivo. Debido a los fenómenos descritos aparece un aumento de la presión intrabolo a nivel de la hipofaringe y del EES, que igualmente aumentan con el volumen y la viscosidad en las sucesivas degluciones.

pacientes y controles en un reciente estudio cuando existe una relajación y apertura del EES normal⁴⁰.

En esta categoría hallaremos los pacientes ancianos con sarcopenia o aquellos con enfermedades

neurodegenerativas con RMOF que puede estar alterada, junto con una propulsión lingual y faríngea disminuida y probable tracción ineficaz del hioides y con una relajación normal del EES. El tratamiento de estos pacientes se basa

Para confirmar la alteración del EES en pacientes en los que no hay un patrón de presurización, serían precisos tanto la relajación incompleta del EES, unido a otras alteraciones de la distensibilidad para confirmarlo (número 4). En pacientes en que no se demuestra trastorno del EES (números 5 al 7), si se tiene en cuenta la propulsión faríngea y esta es débil o ausente, se clasificarían como trastorno de propulsión (número 5). El resto de casos se clasificarían como «otros trastornos» en caso de presentar hallazgos anormales en una o más métricas (número 6), o sin alteraciones si todas las variables se encuentran dentro de los rangos de normalidad.

EES: esfínter esofágico superior; HIBP: *hypopharyngeal intrabolo pressure*; LIN: límite inferior de la normalidad; LSN: límite superior de la normalidad; PP: *peak pressure*; UESRP: *UES relaxation pressure*⁴⁰.



Figura 4 Imagen videofluoroscopia de un paciente con una alteración de la apertura del EES con un divertículo de Zenker. Este grupo de pacientes presenta una RMOF normal y en la MARFE-I se apreciará una propulsión del bolo también normal pero una relajación incompleta del EES con el aumento de volumen lo que comporta un aumento de la presión intrabolo (HIBP) y un aumento de la presión de relajación (UES-IRP). La opción terapéutica en estos pacientes es la realización de una miotomía quirúrgica o endoscópica mediante POEM dado que la reducción de la distensibilidad se debe a la fibrosis de las fibras musculares, con muy buenos resultados.

en programas de rehabilitación para mejorar la fuerza de la lengua y movimiento hioideo y la neurorrehabilitación.

Discusión

Este trabajo presenta una revisión de la metodología y la métrica que emplean los principales grupos de trabajo junto con la descripción de los principales patrones de disfunción y las recomendaciones específicas de acuerdo con nuestra experiencia para poner de relevancia la utilidad de la MARFE-I en el estudio de la fisiopatología y selección de un tratamiento específico en pacientes con DO. En nuestra opinión, esta técnica es actualmente imprescindible para seleccionar un tratamiento específico en aquellos pacientes con alteración en la apertura del esfínter esofágico superior evidenciado por videofluoroscopia.

El estudio de las alteraciones de la deglución comprende a día de hoy la implementación de diferentes técnicas diagnósticas como la VFS y la MARFE-I que son complementarias para entender el funcionamiento y las alteraciones de la unión faringoesofágica¹⁵. La VFS permite mediante un protocolo sencillo evaluar la eficacia y seguridad de la deglución pudiendo diagnosticar además alteraciones en la apertura del EES, como barras del cricofaríngeo, divertículos de Zenker o compresiones extrínsecas como osteofitos cervicales. La MARFE-I, por su parte, permite el estudio de la fuerza contráctil de la lengua y de la faringe, y de las alteraciones de la relajación del EES. De esta forma, ante un paciente en el que observamos una alteración de la apertura del EES durante la VFS se debería realizar una MARFE-I para determinar el estudio de las fuerzas contráctiles de la faringe, la resistencia al flujo y la relajación del EES. Aunque algunos grupos realizan ambas técnicas de forma conjunta, pensamos que el hecho de mantener la sonda de manometría durante la VFS puede interferir en

el estudio por lo que nuestra recomendación sería realizar ambas técnicas de forma separada y analizar conjuntamente los resultados. Dado que las alteraciones restrictivas a nivel de la unión esofagogastrica se pueden poner de manifiesto con el aumento de volumen y viscosidad²⁸, nuestro protocolo cuenta con diferentes volúmenes y viscosidades, siempre siguiendo las medidas del sistema internacional (mPa·s) realizando 2 degluciones de cada categoría.

Como previamente se ha comentado, actualmente se dividen a los pacientes en 3 patrones patológicos¹⁵ y en función de cada uno definimos una métrica que nos ayuda a categorizarlos y a proponer un tratamiento específico. En nuestra experiencia, la métrica que actualmente nos está permitiendo el estudio de estos pacientes es: a) la integral de la presión de relajación (UES-IRP) del EES en pacientes con patrón restrictivo a nivel del EES tanto en pacientes con patrón propulsivo faríngeo conservado como disminuido; b) la presión intrabolo en la hipofaringe, utilizando la presión hipofaríngea en la impedancia nadir como medida para apoyar el componente restrictivo del esfínter esofágico superior en pacientes con una motilidad faríngea conservada; c) la integral de PhCI, valorando la integral contráctil de cada zona por separado para obtener una información más detallada junto con la PeakP de la hipofaringe para valorar la capacidad propulsiva de la faringe en aquellos pacientes con una correcta relajación del EES y con sospecha de alteración propulsiva faríngea.

Con respecto al tratamiento de los pacientes, en nuestra experiencia, la MARFE-I nos ha sido especialmente útil en aquellos pacientes con alteración en la apertura del EES con barra del cricofaríngeo y divertículo de Zenker, para decidir el manejo terapéutico. De esta manera, pacientes con barras del cricofaríngeo pero con relajación levemente alterada y sin repercusión a nivel de la presión

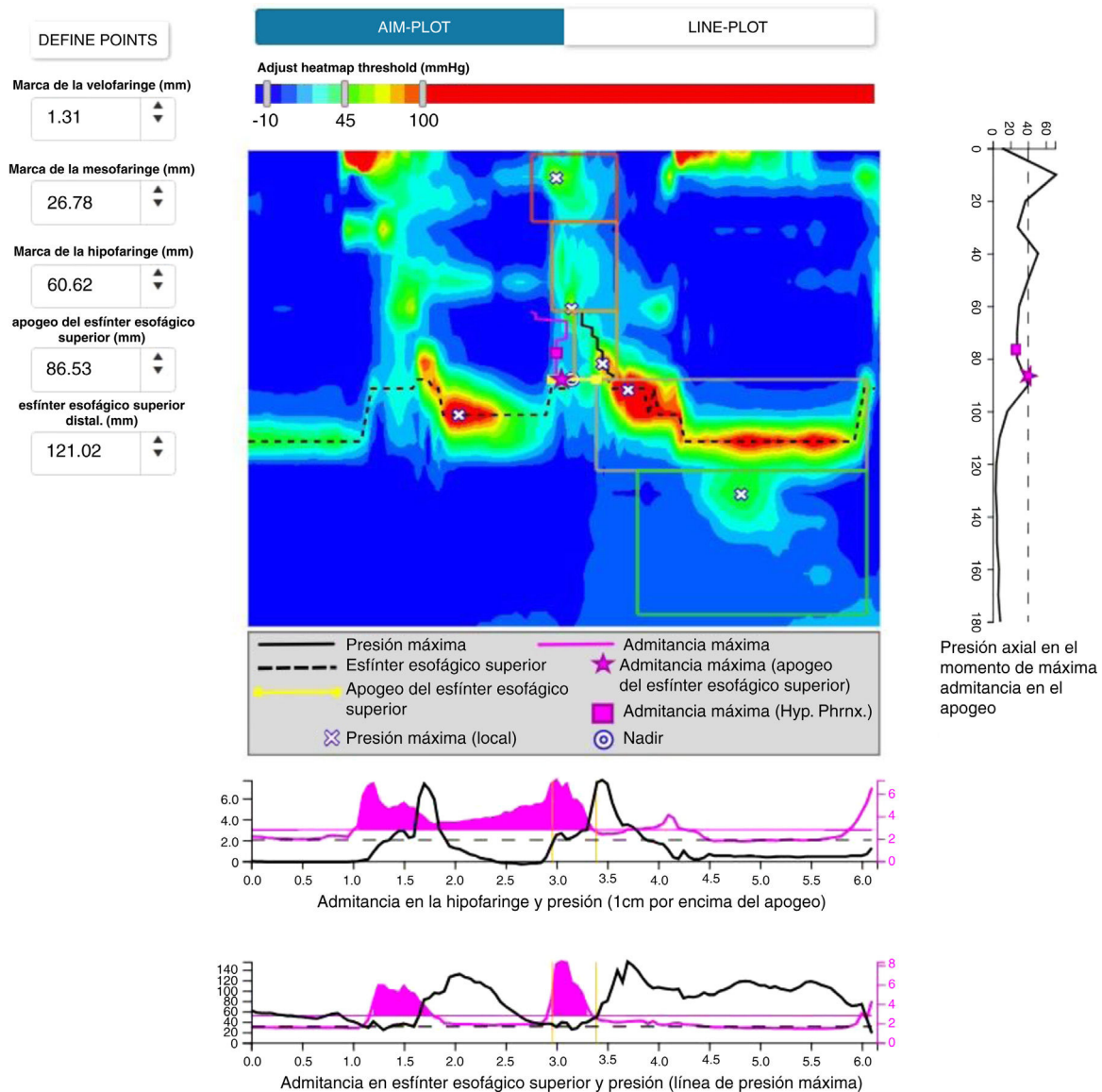


Figura 5 Trazado manométrico de alta resolución e impedanciometría de una deglución de 20 ml viscosidad néctar (250 mPa·s), fraccionada, en un paciente anciano con barra del cricofaríngeo que muestra una restricción al flujo con una relajación incompleta del EES y una propulsión faríngea débil. La presión faríngea máxima que evalúa la fuerza de la contracción faríngea está disminuida, así como el vigor (PhCI) y la amplitud de la fuerza de propulsión faríngea. La onda faríngea está fragmentada y presenta baja amplitud principalmente en la mesofaringe (MCI). Presenta una UES-IRP aumentada (IRP-0,2 s 13 mmHg) que demuestra la relajación incompleta del EES. Vista la alteración en la relajación del EES, esperaríamos un aumento de la presión intrabolo faríngea (HIBP) que, sin embargo, es normal por la ineficaz propulsión faríngea.

hipofaríngea en la impedancia nadir, hemos realizado un tratamiento conservador, con recomendaciones de tipo dietético con restricción de sólidos altamente fibrosos y de gran dureza, priorizando una correcta masticación. En cambios, pacientes con alteración en la apertura con barra del cricofaríngeo y con alteración de la relajación del EES, con aumento significativo de la presión hipofaríngea y con una fuerza de contracción faríngea conservada, la opción terapéutica ha sido la de realización de una miotomía mediante C-POEM dado que la reducción de la distensibilidad se debe a la fibrosis de las fibras musculares, con muy buenos resultados posteriores^{45,46}.

En el grupo de pacientes que presentan una restricción al flujo en el EES con defecto propulsivo en el que se engloban pacientes con enfermedades neurológicas como párkinson la miotomía quirúrgica no presenta buenos resultados ya que podría empeorar la reserva funcional faríngea, siendo, sin embargo, una buena opción la dilatación, la inyección de bótox o el C-POEM más recientemente propuesto en este fenotipo de pacientes junto con estrategias de neurorehabilitación para mejorar las fuerzas de propulsión del bolo^{45,47}. Aun así, este fenotipo de paciente requiere de una aproximación individualizada y multidisciplinar para indicar la opción terapéutica más apropiada.

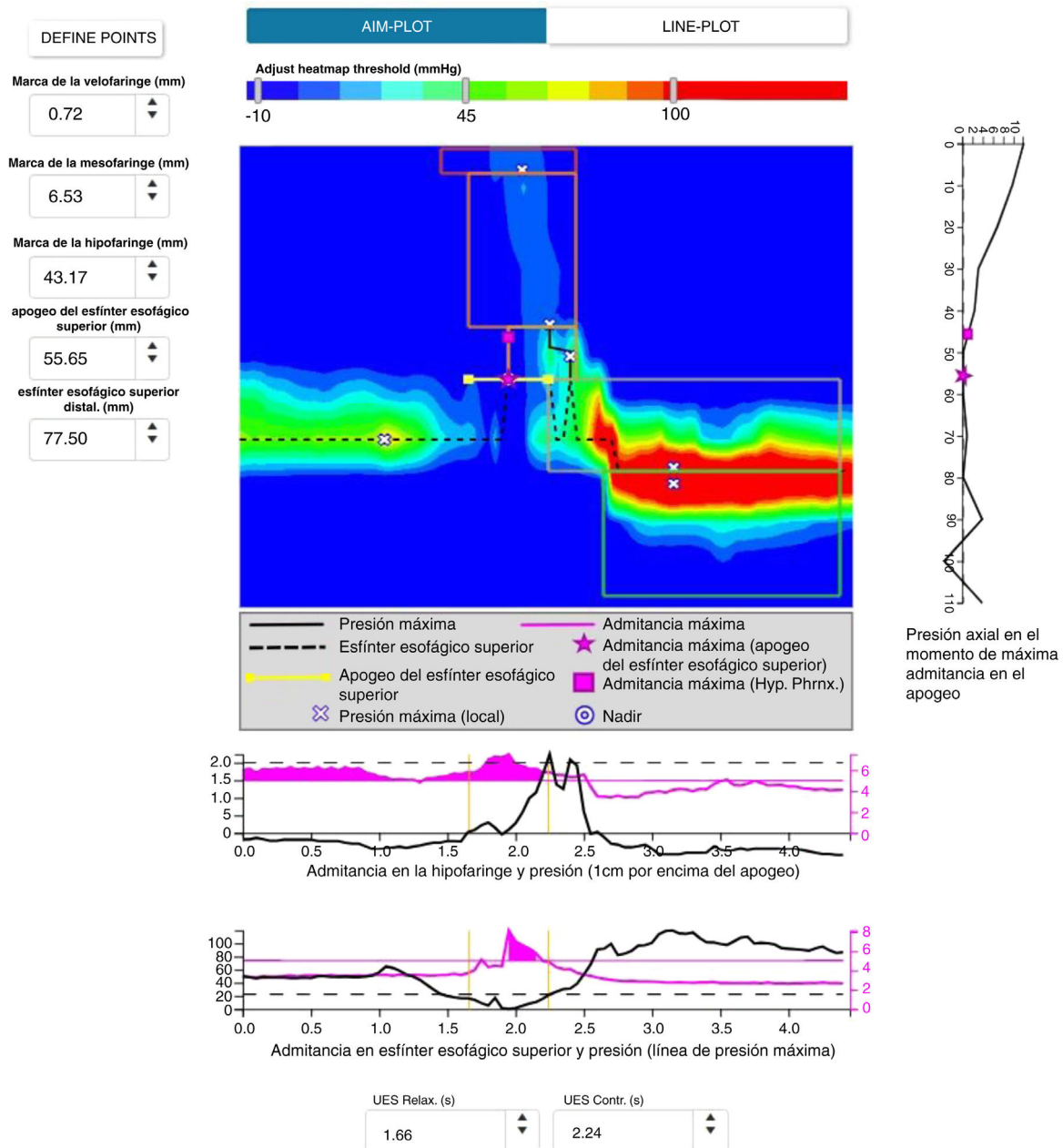


Figura 6 Trazado manométrico de alta resolución e impedanciometría de una paciente con distrofia oculofaríngea que muestra una contracción faríngea ineficaz con correcta relajación del EES. La integral de contracción faríngea (PhCI) o vigor están disminuidos en este paciente (34 mmHg·s·cm), con onda faríngea prácticamente ausente. Con respecto a la relajación del EES y resistencia al bolo podemos ver que ambas son normales.

Aquellos pacientes en donde no haya componente restrictivo a nivel del EES, pero con una contracción faríngea no eficaz, nuestra recomendación sería mejorar la situación de fragilidad y sarcopenia junto con rehabilitación para mejorar la propulsión lingual y faríngea y el movimiento de ascenso hioideo. La maniobra de Shaker que se basa en ejercicios isométricos e isotónicos de los músculos suprahioides ha demostrado aumentar la apertura del EES y disminuir el residuo posdeglutorio y las aspiraciones posteriores⁴⁸.

Aparte de su utilidad diagnóstica, la MARFE-I está siendo implementada en algunos centros dentro de las técnicas de rehabilitación para la realización de *biofeedback* guiado por MARFE-I para mejorar la capacidad deglutoria de los pacientes con disfagia orofaríngea. Esta modalidad terapéutica permite al paciente implementar de forma intuitiva los ejercicios y maniobras de rehabilitación al mismo tiempo que el/la rehabilitador/a puede seguir su ejecución y además establecer y planificar los ejercicios teniendo en cuenta los resultados, la fatigabilidad y mejorar la adherencia⁴⁹.

Conclusión

La manometría de alta resolución faringoesofágica con impedancia se ha convertido en los últimos años en un instrumento necesario para el estudio de los pacientes con disfagia orofaríngea, condición altamente prevalente en la población anciana y en aquellos con antecedentes neurológicos con importantes consecuencias. El Grupo de Trabajo Internacional ha publicado una primera revisión para la estandarización del protocolo de la exploración y de la métrica de la faringe y EES que permite la clasificación de los hallazgos fisiopatológicos en la MARFE-I en 3 grandes categorías según patrones restrictivos de apertura del UES vs. propulsivos de la faringe. Uno de los retos actuales es definir qué métrica y qué valores permiten discriminar mejor entre normalidad y enfermedad, y cómo integrar estos hallazgos fisiopatológicos y clínicos que presentan los pacientes en diferentes categorías con el objetivo de poder dirigir un mejor abordaje terapéutico. El tratamiento multimodal para los trastornos de la deglución debe combinar estrategias compensatorias, terapia logopédica y nuevos tratamientos de neurorrehabilitación, incluido la estimulación cerebral no invasiva. Los datos disponibles hasta ahora todavía dejan preguntas sin respuestas tanto tecnológicas como metodológicas; sin embargo, son un primer paso para que los grupos de trabajo puedan seguir una misma metodología disponiendo además de herramientas informáticas que facilitan su estudio y la posibilidad de compartir los datos entre diferentes especialistas. Con este trabajo hemos pretendido realizar una revisión de la literatura actual resumiendo los puntos más importantes para poner de relevancia la necesidad de implementación de esta técnica y sus aplicaciones.

Consideraciones éticas

El presente trabajo no implica el uso de sujetos humanos.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Clavé P, Shaker R. Dysphagia: Current reality and scope of the problem. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2015;12:259–70.
- Clavé P, Rofes L, Arreola V, Almirall J, Cabré M, Campins L, et al. Diagnosis and management of oropharyngeal dysphagia and its nutritional and respiratory complications in the elderly. *Gastroenterol Res Pract*. 2011;2011:818979.
- Baijens LWJ, Clavé P, Cras P, Ekberg O, Forster A, Kolb GF, et al. European society for swallowing disorders —European union geriatric medicine society white paper: Oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome. *Clin Interv Aging*. 2016;11:1403–28.
- Kahrilas PJ, Lin S, Chen J, Logemann JA. Oropharyngeal accommodation to swallow volume. *Gastroenterology*. 1996;111:297–306.
- Massey BT. Physiology of oral cavity, pharynx, and upper esophageal sphincter. *GI Motility Online* [Internet]. 2006 [consultado 10 May 2020]. doi: 10.1038/gimo2. Disponible en: <https://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo2.html>
- Vilardell N, Rofes L, Arreola V, Martín A, Muriana D, Palomeras E, et al. Videofluoroscopic assessment of the pathophysiology of chronic poststroke oropharyngeal dysphagia. *Neurogastroenterol Motil*. 2017;29:1–8.
- Miarons M, Clavé P, Wijngaard R, Ortega O, Arreola V, Nascimento W, et al. Pathophysiology of oropharyngeal dysphagia assessed by videofluoroscopy in patients with dementia taking antipsychotics. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2018;19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2018.04.016>, 812.e1–812.e10.
- Carrión S, Roca M, Costa A, Arreola V, Ortega O, Palomera E, et al. Nutritional status of older patients with oropharyngeal dysphagia in a chronic versus an acute clinical situation. *Clin Nutr*. 2017;36:1110–6.
- Singh S, Hamdy S. The upper oesophageal sphincter. *Neurogastroenterol Motil*. 2005;17:3–12.
- Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, Massey B, Kern MK, Lang IM, et al. Opening mechanisms of the human upper esophageal sphincter. *Am J Physiol - Gastrointest Liver Physiol*. 1989;257:G748–59.
- Clavé P, de Kraa M, Arreola V, Girvent M, Farré R, Palomera E, et al. The effect of bolus viscosity on swallowing function in neurogenic dysphagia. *Aliment Pharmacol Ther*. 2006;24:1385–94.
- Sifrim D, Vilardell N, Clavé P. Oropharyngeal dysphagia and swallowing dysfunction. *Front Gastrointest Res*. 2014;33:1–13.
- Omari T, Schar M. High-resolution manometry: What about the pharynx? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;26:382–91.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, Bredenoord AJ, Prakash Gyawali C, Roman S, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. *Neurogastroenterol Motil*. 2021;33:1–21.
- Omari TI, Ciucci M, Gozdziowska K, Hernández E, Hutcheson K, Jones C, et al. High-Resolution Pharyngeal Manometry and Impedance: Protocols and Metrics—Recommendations of a High-Resolution Pharyngeal Manometry International Working Group. *Dysphagia*. 2020;35:281–95.
- Bhatia SJ, Shah C. How to perform and interpret upper esophageal sphincter manometry. *J Neurogastroenterol Motil*. 2013;19:99–103.
- Clavé P, Arreola V, Romea M, Medina L, Palomera E, Serra-Prat M. Accuracy of the volume-viscosity swallow test for clinical screening of oropharyngeal dysphagia and aspiration. *Clin Nutr*. 2008;27:806–15.
- Fox MR, Kahrilas PJ, Roman S, Gyawali CP, Scott SM, Rao SS, et al. Clinical measurement of gastrointestinal motility and function: Who, when and which test? *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet]. 2018;15:568–79. <http://dx.doi.org/10.1038/s41575-018-0030-9>.
- Cock C, Omari T. Diagnosis of swallowing disorders: How we interpret pharyngeal manometry. *Curr Gastroenterol Rep*. 2017;19:11.
- Cock C, Besanko L, Kritas S, Burgstad CM, Thompson A, Heddle R, et al. Maximum upper esophageal sphincter (UES) admittance: A non-specific marker of UES dysfunction. *Neurogastroenterol Motil*. 2016;28:225–33.
- Omari TI, Rommel N, Szczesniak MM, Fuentealba S, Dinning PG, Davidson GP, et al. Assessment of intraluminal impedance for the detection of pharyngeal bolus flow during swallowing in healthy adults. *Am J Physiol - Gastrointest Liver Physiol*. 2006;290:183–9.

22. Winiker K, Gillman A, Guiu Hernandez E, Huckabee ML, Gozdzikowska K. A systematic review of current methodology of high resolution pharyngeal manometry with and without impedance. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;276:631–45.
23. Mielens JD, Hoffman MR, Ciucci MR, Jiang JJ, McCulloch TM. Automated analysis of pharyngeal pressure data obtained with high-resolution manometry. *Dysphagia*. 2011;26:3–12.
24. Singendonk M, Cock C, Bieckmann L, Szczesniak M, Ferris L, Benninga M, et al. Reliability of an online analysis platform for pharyngeal high-resolution impedance manometry recordings. *Speech, Lang Hear*. 2019;22:195–203.
25. Seh Ling K, Ester G, Hernandez MS, Winiker K, Gozdzikowska K, Macrae P. Effect of topical nasal anesthetic on comfort and swallowing in high-resolution impedance manometry. *Laryngoscope*. 2022;132:2124–31.
26. Teplansky KJ, Jones CA. Pharyngeal pressure variability during volitional swallowing maneuvers. *J Speech Lang Hear Res*. 2022;65:136–45.
27. Sophia M, Colevas N, Lily CAJ, Stalter TMM. The natural swallow: Factors affecting subject choice of bolus volume and pharyngeal swallow parameters in a self-selected swallow. *Dysphagia*. 2022;37:1172–82.
28. Ferris L, Doeltgen S, Cock C, Rommel N, Schar M, Carrión S, et al. Modulation of pharyngeal swallowing by bolus volume and viscosity. *Am J Physiol - Gastrointest Liver Physiol*. 2021;320:G43–53.
29. Jones CA, Hammer MJ, Hoffman MR, McCulloch TM. Quantifying contributions of the cricopharyngeus to upper esophageal sphincter pressure changes by means of intramuscular electromyography and high-resolution manometry. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2014;123:174–82.
30. Kwiatek MA, Pandolfino JE, Hirano I, Kahrilas PJ. Esophagogastric junction distensibility assessed with an endoscopic functional luminal imaging probe (EndoFLIP). *Gastrointest Endosc* [Internet]. 2010;72:272–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gie.2010.01.069>.
31. Omari TI, Wiklundt L, Dinning P, Costa M, Rommel N, Cock C. Upper esophageal sphincter mechanical states analysis: A novel methodology to describe UES relaxation and opening. *Front Syst Neurosci*. 2015;8:1–18.
32. Yoon KJ, Park JH, Park JH, Jung IS. Videofluoroscopic and manometric evaluation of pharyngeal and upper esophageal sphincter function during swallowing. *J Neurogastroenterol Motil*. 2014;20:352–61.
33. Edeani FO, Kern M, Uluualp K, Kovacic K, Sanvanson P, Mei L, et al. Variables influencing manometric parameters of deglutitive and non-deglutitive upper esophageal sphincter: A study of 89 asymptomatic participants. *Neurogastroenterol Motil*. 2022;34:e14175.
34. Nativ-Zeltzer N, Logemann JA, Zecker SG, Kahrilas PJ. Pressure topography metrics for high-resolution pharyngeal-esophageal manofluorography—a normative study of younger and older adults. *Neurogastroenterol Motil*. 2016;28:721–31.
35. Omari TI, Dejaeger E, van Beckvoort D, Goll A, Davidson GP, Dent J, et al. A method to objectively assess swallow function in adults with suspected aspiration. *Gastroenterology* [Internet]. 2011;140:1454–63, <http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2011.02.051>.
36. Cook IJ, Gabb M, Panagopoulos V, Jamieson GG, Dodds WJ, Dent J, et al. Pharyngeal (Zenker's) diverticulum is a disorder of upper esophageal sphincter opening. *Gastroenterology* [Internet]. 1992;103:1229–35, [http://dx.doi.org/10.1016/0016-5085\(92\)91508-2](http://dx.doi.org/10.1016/0016-5085(92)91508-2).
37. Szczesniak MM, Wu PI, Maclean J, Omari TI, Cook IJ. The critical importance of pharyngeal contractile forces on the validity of intrabolo pressure as a predictor of impaired pharyngo-esophageal junction compliance. *Neurogastroenterol Motil*. 2018;30:1–9.
38. Park D, Lee HH, Lee ST, Oh Y, Lee JC, Nam KW, et al. Normal contractile algorithm of swallowing related muscles revealed by needle EMG and its comparison to videofluoroscopic swallowing study and high resolution manometry studies: A preliminary study. *J Electromyog Kinesiol* [Internet]. 2017;36:81–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.07.007>.
39. Jones CA, Ciucci MR, Abdelhalim SM, McCulloch TM. Swallowing pressure variability as a function of pharyngeal region, bolus volumen, age, and Sex. *Laryngoscope*. 2021;131:E52–8.
40. Omari T, Cock C, Wu P, Szczesniak MM, Schar M, Tack J, et al. Using high resolution manometry impedance to diagnose upper esophageal sphincter and pharyngeal motor disorders. *Neurogastroenterol Motil*. 2023;35:1–10.
41. Jiao H, Mei L, Sharma T, Kern M, Sanvanson P, Shaker R. A human model of restricted upper esophageal sphincter opening and its pharyngeal and ues deglutitive pressure phenomena. *Am J Physiol - Gastrointest Liver Physiol*. 2016;311:G84–90.
42. Ferris L, Schar M, McCall L, Doeltgen S, Scholten I, Rommel N, et al. Characterization of swallow modulation in response to bolus volume in healthy subjects accounting for catheter diameter. *Laryngoscope*. 2018;128:1328–34.
43. Cook IJ. Cricopharyngeal function and dysfunction. *Dysphagia*. 1993;8:244–51.
44. Martino R, McCulloch T. Therapeutic intervention in oropharyngeal dysphagia. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet]. 2016;13:665–79, <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2016.127>.
45. Wu PI, Szczesniak MM, Omari T, Lam TY, Wong M, Maclean J, et al. Cricopharyngeal peroral endoscopic myotomy improves oropharyngeal dysphagia in patients with Parkinson's disease. *Endosc Int Open*. 2021;9:E1811–9.
46. Albéniz E, Estremera-Arevalo F, Rosón PJ, Fernandez Cano F, Heredia ML, Ishaq S, et al. Cricopharyngeal peroral endoscopic myotomy for achalasia of the cricopharynx: To do or not to do. *Endoscopy*. 2022;54:E382–3.
47. Pisegna JM, Kaneoka A, Pearson WG, Kumar S, Langmore SE. Effects of non-invasive brain stimulation on post-stroke dysphagia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2016;127:956–68, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2015.04.069>.
48. Logemann JA, Rademaker A, Pauloski BR, Kelly A, Stangl-McBreen C, Antinaja J, et al. A randomized study comparing the Shaker exercise with traditional therapy: A preliminary study. *Dysphagia*. 2009;24:403–11.
49. O'Rourke K. (Humphries) D and AK The utility of high-resolution pharyngeal manometry in dysphagia treatment. *Prespectives*. 2019;4:507–16.