



تفسیر مانومتري مري در يك نگاه

تأليف و گردآوری:

دکتر محسن رجب‌نیا

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

زیر نظر:

دکتر محمدرضا زالی

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
استاد ممتاز دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر سعید عبدی

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر مژگان فروتن

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
استاد دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر امیر صادقی

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دکتر آناهیتا صادقی

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران

با همکاری:

دکتر پردیس کتابی مقدم

فوق تخصص بیماری‌های گوارش و کبد بالغین
هیئت علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

سرشناسه	:	رجب‌نیاچناری، محسن، ۱۳۶۶ - Rajabnia, Mohsen
عنوان و نام پدیدآور	:	تفسیر مانومتری مری در یک نگاه/ تالیف و گردآوری محسن رجب‌نیا؛ زیر نظر محمدرضا زالی... [و دیگران]، با همکاری پردیس کتابی مقدم.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، انتشارات: آئین طب، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	:	۱۸۰ص: مصور (رنگی)، جدول: ۲۲ × ۲۹ س.م.
شابک	:	978-622-5653-23-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	زیر نظر محمدرضا زالی، مژگان فروتن، آناهیتا صادقی، سعید عبدی، امیر صادقی.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. [۱۷۱] - ۱۷۵.
یادداشت	:	نمایه.
موضوع	:	مری -- تحرک -- اختلالات - - تشخیص Esophagus -- Motility -- Disorders -- Diagnosis مری -- تحرک -- اندازه گیری Esophagus -- Motility -- Measurement
شناسه افزوده	:	زالی، محمدرضا، ۱۳۳۲ -
شناسه افزوده	:	کتابی مقدم، پردیس، ۱۳۶۳ -
شناسه افزوده	:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، انتشارات
رده بندی کنگره	:	RCA۱۵/۷
رده بندی دیویی	:	۶۱۶/۳۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۸۹۰۴۲۵۵



عنوان کتاب:	تفسیر مانومتری مری در یک نگاه
تألیف و گردآوری:	دکتر محسن رجب‌نیا
تحت نظر:	دکتر محمدرضا زالی، دکتر مژگان فروتن، دکتر سعید عبدی، دکتر آناهیتا صادقی، دکتر امیر صادقی
همکار:	دکتر پردیس کتابی مقدم
ناشر:	انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، انتشارات آئین طب
صفحه آرای:	فاطمه هاشمی
چاپ اول:	پاییز ۱۴۰۱
شمارگان:	۵۰۰ جلد
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۵۶۵۳-۲۳-۸
قیمت:	۲۴۰,۰۰۰ تومان

آدرس ۱: تهران دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
آدرس ۲: میدان انقلاب، کارگر جنوبی، بین خیابان روانمهر و لبافی‌نژاد، کوچه سرود، پلاک ۱۰، واحد ۲
شماره تماس: ۶۶۴۶۹۶۰۳ - ۶۶۴۱۸۰۴۵
dr.rajabnia@outlook.com

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

مقدمه

مانومتري مري، فشارهاي داخل لومن مري، پريستاليسيس (peristalsis) و bolus transit، فشار و عملکرد LES و UES را ارزيابي مي‌کند. مانومتري با وضوح بالا (HRM) با رسم توپوگرافي فشار مري (EPT)، پيشرفت‌ها در فناوري سنجش فشار را با افزايش بسيار زياد حس‌گرهاي (sensor) فشار و یک الگوي تحليلي که داده‌ها را به عنوان یک نمودار توپوگرافي که آناتومي و فيزيولوژي را شکل مي‌دهد نمايش مي‌دهد، ترکيب مي‌کند.

معتبرين طبقه‌بندي (classification) برای تفسير نتايج مانومتري مري، طبقه‌بندي شيكاگو (Chicago classification) است. اين طبقه‌بندي، اختلالات حرکتی مري را با استفاده از یک طرح الگوريتمي برگرفته از نتايج مانومتري با وضوح بالا (HRM) طبقه‌بندي مي‌کند. اولين نسخه کامل از طبقه‌بندي شيكاگو در سال ۲۰۰۹ منتشر شد. اين نسخه دو بار تحت به‌روزرساني قرار گرفت که آخرين نسخه‌ي آن تحت عنوان طبقه‌بندي شيكاگو (نسخه ۳) در سال ۲۰۱۵ منتشر شد. با معرفي معيارهاي اندازه‌گيري جديد در HRM طی سال‌هاي گذشته، کاربردهاي باليني و بررسی‌هاي تحقيقاتي بيشتري در زمينه HRM معرفي شده‌اند. بنابرین، یک کارگروه بين‌المللي متشکل از ۵۲ عضو به مدت دو سال برای عرضه‌ي طبقه‌بندي شيكاگو (نسخه ۴) کار کردند. کتاب حاضر مروري بر تفسير مانومتري با وضوح بالا (HRM) بر اساس طبقه‌بندي شيكاگو (نسخه ۴) و آخرين تغييرات صورت گرفته در جهت طبقه‌بندي اختلالات حرکتی مري می باشد. اگرچه که طبقه‌بندي شيكاگو چارچوبي برای دسته‌بندي اختلالات حرکتی مري بر اساس HRM ارائه مي‌دهد، ولی تشخيص باليني نهايي نیازمند تست‌هاي حمايتي (تست‌هاي MRS، RDC، STM، تست تحريك دارويي، باريم ازوفآگرام) به ويژه در موارد با نتايج غيرقطعي و يا در بيماران با يافته‌هاي دوپهلو در HRM خواهد بود.

ما در اين کتاب بر آن شديم تا بر پايه طبقه‌بندي شيكاگو (Chicago classification)، و با استفاده از جديدترين و معتبرترين مقالات و منابع، تفسير مانومتري مري را به زباني ساده و روان همراه با تصاویر فراوان برای درک بهتر نتايج آن بيان کنيم.

فهرست مطالب

مقدمه	۱
اختصارات مورد استفاده در کتاب	۹
فیزیولوژی بلع طبیعی	۱۱
مانومتري با وضوح بالا (HRM)	۱۲
فصل اول: اندیکاسیون‌های انجام مانومتري مري	۱۹
۱-۱. دیسفاژی	۲۰
۲-۱. بیماری ریفلاکس معده به مري (GERD)	۲۵
۳-۱. درد قفسه سینه غير قلبي (Non-cardiac chest pain)	۲۵
۴-۱. بیماری‌های سیستمیک	۲۵
فصل دوم: کنتراندیکاسیون‌های انجام مانومتري مري	۲۷
۱-۲. کنتراندیکاسیون‌های انجام مانومتري مري	۲۸
۲-۲. عوارض انجام مانومتري مري	۲۸
فصل سوم: پروتکل استاندارد انجام مانومتري با وضوح بالا (HRM)	۲۹
فصل چهارم: داده‌های مانومتري	۳۹
۱-۴. نشانه‌های اختصاصی در Pressure topography	۴۰
۱-۱-۴. اسفنکترهای آناتومیک (Anatomic sphincters)	۴۰
۲-۱-۴. سگمان‌های انقباضی (Contractile segments)	۴۸
۳-۱-۴. ناحیه‌ی انتقال (Transition zone)	۴۹
۴-۱-۴. نقطه‌ی کاهش سرعت انقباض [Contractile deceleration point (CDP)]	۵۰
۵-۱-۴. نقطه‌ی وارونگی فشار (Pressure inversion point; PIP)	۵۲
۶-۱-۴. تغییرات تنفسی در بدنه‌ی مري	۵۴
۷-۱-۴. پرستالسیس (Peristalsis)	۵۵
۸-۱-۴. فشار بولوس (Bolus pressure)	۵۸
۹-۱-۴. فشار معده (Gastric pressure)	۵۸
۲-۴. معیارهای EPT برای اختلالات حرکتی	۵۹
۱-۲-۴. Integrated relaxation pressure (IRP)	۵۹

۶۱	 تأخیر دیستال [Distal latency (DL)]	۲-۲-۴
۶۳	 [Distal contractile integral (DCI)] انتگرال انقباضی دیستال	۳-۲-۴
۶۵	 (Contraction vigor) قدرت انقباض	۴-۲-۴
۶۶	 (break) شکاف	۵-۲-۴
۶۷	 (Contraction pattern) الگوی انقباض	۶-۲-۴
۶۸	 Pressurization الگوی	۷-۲-۴
۷۱	 (Response to provocation) پاسخ به محرک‌ها	۸-۲-۴

فصل پنجم: طبقه‌بندی اختلالات حرکتی با EPT (آنالیز گام به گام EPT) ۷۹

۸۰	 EGJ ارزیابی	۱-۵
۸۱	 گام دوم: ارزیابی و توصیف انقباض مری	۲-۵
۸۳	 pressurization گام سوم: ارزیابی و توصیف الگوی	۳-۵

فصل ششم: اختلالات حرکتی مری (Esophageal motility disorders) در طبقه‌بندی شیکاگو ۸۵

۸۸	 (EGJOO) EGJ اختلالات حرکتی خروجی مری در محل	۱-۶
۹۰	 (Achalasia) آشالازی	۱-۱-۶
۹۸	 (EGJOO) EGJ انسداد خروجی مری در محل	۲-۱-۶
۱۰۶	 (Peristalsis disorders) اختلالات پرستالسیس	۲-۶
۱۰۸	 (Absent contractility) فقدان انقباض	۱-۲-۶
۱۱۱	 (DES) اسپاسم دیستال مری	۲-۲-۶
۱۱۴	 (Hypercontractile esophagus) انقباض بیش از حد مری	۳-۲-۶
۱۱۸	 (Ineffective esophageal motility) حرکت غیر مؤثر مری	۴-۲-۶

فصل هفتم: الگوهای شایع مانومتری با وضوح بالا (HRM) خارج از طبقه‌بندی شیکاگو ۱۲۳

۱۲۴	 (TLESR) LES relaxation گذرای	۱-۷
۱۲۵	 oropharyngeal دیسفاژی	۲-۷
۱۲۶	 بیماری‌های بافت همبند	۳-۷
۱۲۸	 (Rumination syndrome) سندرم نشخوار	۴-۷
۱۲۹	 sliding هرنی هیاتال	۵-۷
۱۳۳	 (Zenker's diverticulum) دیورتیکول زنکر	۶-۷

خلاصه کتاب در یک نگاه ۱۳۵

۱۷۱	 منابع
۱۷۷	 (Index) نمایه

- شکل ۱. فیزیولوژی بلع طبیعی ۱۱
- شکل ۲. مقایسه‌ی مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) با مانومتری معمولی (conventional) ۱۳
- شکل ۳. توپوگرافی فشار مری (EPT) ۱۴
- شکل ۴. مانومتری مری معمولی (conventional) و مانومتری با وضوح بالا با توپوگرافی فشار مری (HRM-EPT) ۱۵
- شکل ۵. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) با کاتتر (A) water-perfusion و کاتتر (B) solid-state ۱۷
- شکل ۶. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) در بلع نرمال ۳۲
- شکل ۷. پروتکل استاندارد مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۳۳
- شکل ۸. مانومتری با وضوح بالا (HRM): تأثیر وضعیت (position) فرد بر حرکت مری در یک فرد سالم ۳۴
- شکل ۹. مانومتری با وضوح بالا (HRM): تأثیر قوام بولوس بر تحرک مری در یک فرد سالم ۳۵
- شکل ۱۰. مانومتری با وضوح بالا (HRM) در پریستالسیس طبیعی مری ۳۶
- شکل ۱۱. مانومتری با وضوح بالا (HRM): اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی (LES) مری در حالت استراحت ۴۱
- شکل ۱۲. فشارهای استراحت (resting pressure) در مانومتری مری با وضوح بالای (HRM) ۴۳
- شکل ۱۳. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): اسپاسم اسفنکتر تحتانی مری (LES) ۴۴
- شکل ۱۴. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): انواع اتصال مری به معده (EGJ) ۴۶
- شکل ۱۵. انتگرال انقباضی اتصال مری-معده (EGJ-CI) در مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۴۷
- شکل ۱۶. سگمان‌های انقباضی (Contractile segments) مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۴۸
- شکل ۱۷. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) در یک بلع مایع (wet swallow) طبیعی ۴۹
- شکل ۱۸. لوکالیزاسیون CDP و اندازه‌گیری DL در مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۵۱
- شکل ۱۹. مانومتری با وضوح بالا مری (HRM) در حالت استراحت: نقطه وارونگی فشار (PIP) ۵۳
- شکل ۲۰. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) در حال استراحت با تغییرات فشار تنفسی در مری Thoracic ۵۴
- شکل ۲۱. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): پریستالسیس ثانویه (Secondary peristalsis) ۵۶
- شکل ۲۲. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): انقباض ثالثیه (Tertiary contraction) ۵۷
- شکل ۲۳. اندازه‌گیری IRP در مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۶۰
- شکل ۲۴. لوکالیزاسیون CDP و اندازه‌گیری DL در مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۶۱
- شکل ۲۵. مانومتری با وضوح بالا (HRM): نقطه‌ی کاهش سرعت انقباض (CDP) و تأخیر دیستال (DL) ۶۲
- شکل ۲۶. محاسبه DCI با استفاده از EPT ۶۳
- شکل ۲۷. مانومتری با وضوح بالا (HRM): Hypercontractility محدود به LES ۶۴
- شکل ۲۸. الگوهای پریستالتیک hypomotility در مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۶۵
- شکل ۲۹. انواع break ۶۶
- شکل ۳۰. الگوهای pressurization مری در مانومتری با وضوح بالا (HRM) ۶۹

- شکل ۳۱. مانومتري با وضوح بالا (HRM): بلع‌های سريع متوالي (MRS) ۷۴
- شکل ۳۲. مانومتري با وضوح بالا (HRM): چالش نوشيدن سريع (RDC) ۷۵
- شکل ۳۳. مانومتري با وضوح بالا (HRM): تست (بلع) غذای جامد (STM) در فرد سالم ۷۶
- شکل ۳۴. مانومتري با وضوح بالا (HRM): بلع آب و تست (بلع) غذای جامد (STM) ۷۷
- شکل ۳۵. قدرت انقباض و الگوی انقباض در مانومتري با وضوح بالا (HRM) ۸۲
- شکل ۳۶. اختلالات حرکتی خروجی مری در محل EGJ ۸۸
- شکل ۳۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM): انواع آشالازی در طبقه‌بندی شیکاگو ۹۱
- شکل ۳۸. مانومتري با وضوح بالا (HRM) و باریم ازوفاگرام زمان‌بندی شده (TBE) در آشالازی ۹۲
- شکل ۳۹. مانومتري با وضوح بالا (HRM)، پروپ تصویربرداری عملکردی اندولومینال (FLIP) و باریم ازوفاگرام زمان‌بندی شده (TBE) در آشالازی ۹۳
- شکل ۴۰. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در آشالازی کاذب (pseudoachalasia) ۹۷
- شکل ۴۱. مانومتري با وضوح بالا (HRM): EGJOO ۹۹
- شکل ۴۲. مانومتري با وضوح بالا (HRM): زیرگروه‌های EGJOO ۱۰۰
- شکل ۴۳. EGJOO ثانویه به ناهنجاری ساختاری مری ۱۰۳
- شکل ۴۴. افزایش غیر واقعی IRP و رانش فشار (pressure drift) در یک سیستم مانومتري با وضوح بالا (HRM) ۱۰۴
- شکل ۴۵. برخورد کاتتر، زاویه‌ی حس‌گر (sensor)، و افزایش غیر واقعی IRP در یک سیستم مانومتري با وضوح بالا (HRM) با کاتتر solid-state ۱۰۵
- شکل ۴۶. مانومتري با وضوح بالا (HRM): فقدان انقباض (absent contractility) و IEM ۱۰۸
- شکل ۴۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM): تست‌های تحریکی با استفاده از MRS (پنج بلع ۲ میلی‌لیتری به صورت متوالي) ۱۰۹
- شکل ۴۸. مانومتري مری با وضوح بالا (HRM): اسپاسم دیستال مری (DES) ۱۱۲
- شکل ۴۹. مری hypercontractile در مانومتري با وضوح بالا (HRM) ۱۱۴
- شکل ۵۰. آستانه DCI در EPT برای پریستالسیس طبیعی و مری Hypercontractile ۱۱۵
- شکل ۵۱. تست MRS و RDC در مری Hypercontractile ۱۱۶
- شکل ۵۲. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در حرکت غیرمؤثر مری (IEM) ۱۱۹
- شکل ۵۳. مانومتري با وضوح بالا (HRM) به دنبال بلع‌های سريع متوالي (MRS) در یک بیمار با حرکت غیرمؤثر مری (IEM) ۱۲۰
- شکل ۵۴. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در کاهش فشار گذرای اسفنکتر تحتانی مری (TLESR) ۱۲۴
- شکل ۵۵. مانومتري با وضوح بالا همراه با ایمپدانس (HRIM) در دیسفاژی oropharyngeal ۱۲۵
- شکل ۵۶. مانومتري با وضوح بالا (HRM) و اثرات اختلالات بافت همبند ۱۲۶
- شکل ۵۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در اسکرودرمی ۱۲۷
- شکل ۵۸. مانومتري با وضوح بالا همراه با ایمپدانس (HRIM) در بیمار مبتلا به سندرم نشخوار اولیه (primary rumination syndrome) ۱۲۸
- شکل ۵۹. مانومتري مری با وضوح بالا (HRM): انواع اتصال مری به معده (EGJ) ۱۳۰
- شکل ۶۰. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در مری کوتاه همراه با هرنی هیاتال sliding ۱۳۱
- شکل ۶۱. مانومتري با وضوح بالا همراه با ایمپدانس (HRIM) در دیورتیکول اپی‌فرینیک و هرنی هیاتال sliding بزرگ ۱۳۲
- شکل ۶۲. مطالعه باریم مری دیورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum) ۱۳۳
- شکل ۶۳. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در دیورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum) ۱۳۴

فهرست الگوریتم‌ها

الگوریتم ۱. اپروچ به دیسفاژی	۲۲
الگوریتم ۲. ارزیابی دیسفاژی Oropharyngeal	۲۳
الگوریتم ۳. ارزیابی بیمار با دیسفاژی Esophageal	۲۴
الگوریتم ۴. طرح الگوریتمی طبقه‌بندی شیکاگو	۸۶
الگوریتم ۵. طبقه‌بندی شیکاگو برای تفسیر مانومتری مری: ارزیابی اختلالات EGJOO	۸۹
الگوریتم ۶. ارزیابی تشخیصی بیماران مشکوک به آشالازی	۹۴
الگوریتم ۷. تشخیص آشالازی طبق طبقه‌بندی شیکاگو	۹۵
الگوریتم ۸. تشخیص EGJOO طبق طبقه‌بندی شیکاگو	۱۰۱
الگوریتم ۹. طبقه‌بندی شیکاگو برای تفسیر مانومتری مری: ارزیابی اختلالات پریستالسیس مری	۱۰۷
الگوریتم ۱۰. تشخیص و درمان فقدان انقباض (absent contractility) طبق طبقه‌بندی شیکاگو	۱۱۰
الگوریتم ۱۱. تشخیص DES طبق طبقه‌بندی شیکاگو	۱۱۳
الگوریتم ۱۲. تشخیص انقباض بیش از حد مری (Hypercontractile esophagus) طبق طبقه‌بندی شیکاگو	۱۱۷
الگوریتم ۱۳. تشخیص و درمان IEM طبق طبقه‌بندی شیکاگو	۱۲۱

فهرست جداول

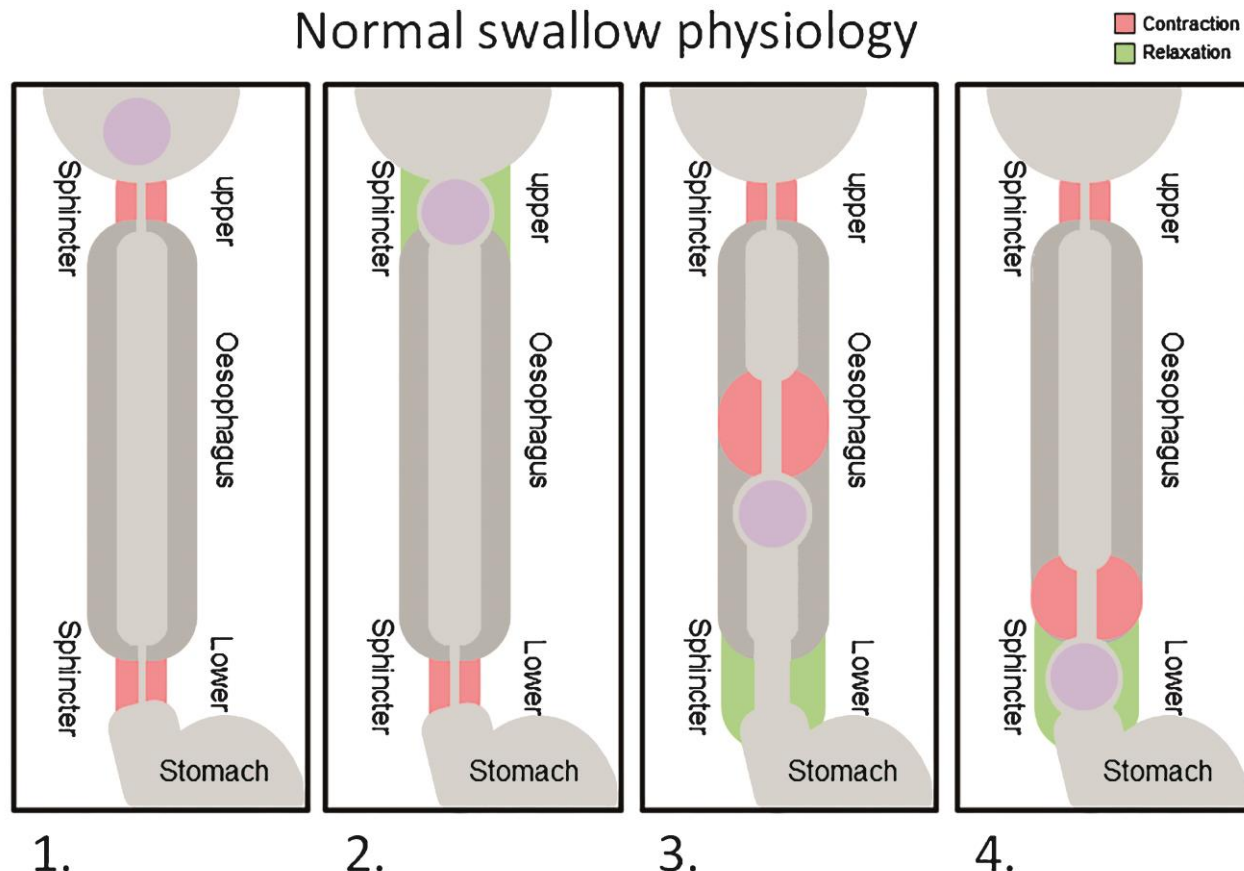
جدول ۱. علل دیسفاژی Oropharyngeal	۲۱
جدول ۲. علل دیسفاژی Esophageal	۲۱
جدول ۳. پروتکل استاندارد HRM، طبقه‌بندی شیکاگو	۳۱
جدول ۴. آستانه‌ها و معیارهای اندازه‌گیری در HRM	۷۰
جدول ۵. اقدامات مانومتریک حمایتگر (supportive manometric measures) جهت افزایش اطمینان در تشخیص	۷۲
جدول ۶. طبقه‌بندی و تعاریف مانومتری	۸۷
جدول ۷. اتیولوژی‌های EGJOO	۱۰۲

اختصارات مورد استفاده در کتاب

ALS	Amyotrophic lateral sclerosis
CCK	Cholecystokinin
CD	Crural Diaphragm
CDP	Contractile Deceleration Point
CFV	Contractile Front Velocity
CIPO	Chronic Idiopathic Intestinal Pseudo-Obstruction
cm	centimeter
CNS	Central Nervous System
CS	Contractile Segment
CVA	Cerebrovascular Accident
DCI	Distal Contractile Integral
DES	Distal Esophageal Spasm
DL	Distal latency
E	Expiration
EGJ	Esophagogastric Junction
EGJ-CI	EGJ-Contractile Integral
EGJ-DI	EGJ-Distensibility Index
EGJOO	EGJ-Outflow Obstruction
EPT	Esophageal Pressure Topography
EUS	Endoscopic Ultrasound
FLIP	Functional Luminal Imaging Probe
FNA	Fine-Needle Aspiration
g	gram
GERD	Gastroesophageal Reflux Disease
GI	Gastrointestinal
HE	Hypercontractile Esophagus
HH	Hiatal Hernia
HPZ	High-Pressure Zone
HRIM	High Resolution-Impedance Manometry
HRM	High-Resolution Manometry
I	Inspiration

IBC	Isobaric Contour
IBP	Intrabolus Pressure
IEM	Ineffective Esophageal Motility
ILD	Interstitial Lung Disease
IRP	Integrated Relaxation Pressure
kg	kilogram
kOhm	Kilo ohm
LES	Lower Esophageal Sphincter
LHM	Laparoscopic Heller Myotomy
MEN	Multiple Endocrine Neoplasia
min	minute
ml	milliliter
mm	millimeter
mmHg	millimeter of mercury
MRS	Multiple Rapid Swallow
MS	Multiple Sclerosis
ng	nanogram
PD	Pneumatic Dilation
PEP	Panesophageal Pressurization
PIP	Pressure Inversion Point
POEM	Peroral Endoscopic Myotomy
PPI	Proton-Pump Inhibitor
RDC	Rapid Drink Challenge
RIP	Respiratory Inversion Point
s	second
SSc	Systemic Sclerosis
SSM	Solid-State Manometry
STM	Solid Test Meal
TBE	Timed-Barium Esophagram
TLESRs	Transient LES Relaxations
UES	Upper Esophageal Sphincter
ULN	Upper Limit of Normal
WPM	Water-Perfusion Manometry
ZD	Zenker's Diverticulum

Normal swallow physiology



شکل ۱. فیزیولوژی بلع طبیعی.

۱. اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی مری (LES) در حالت استراحت منقبض می‌مانند.
۲. بلع با شل شدن اسفنکتر فوقانی مری (UES) شروع می‌شود، تا لقمه غذا عبور کند.
۳. یک انقباض قوی در اسفنکتر فوقانی مری (UES)، محتوای آن را به سمت پایین مری حرکت می‌دهد. در همین حال، اسفنکتر تحتانی مری (LES) زود شل می‌شود تا اجازه عبور هوای گیر افتاده در مری را بدهد.
۴. لقمه‌ی غذا قبل از انقباض اسفنکتر تحتانی مری (LES) برای جلوگیری از بازگشت محتویات معده به مری، از اسفنکتر تحتانی مری (LES) شل شده عبور کرده، وارد معده می‌شود.

- UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.

مانومتري با وضوح بالا (HRM)

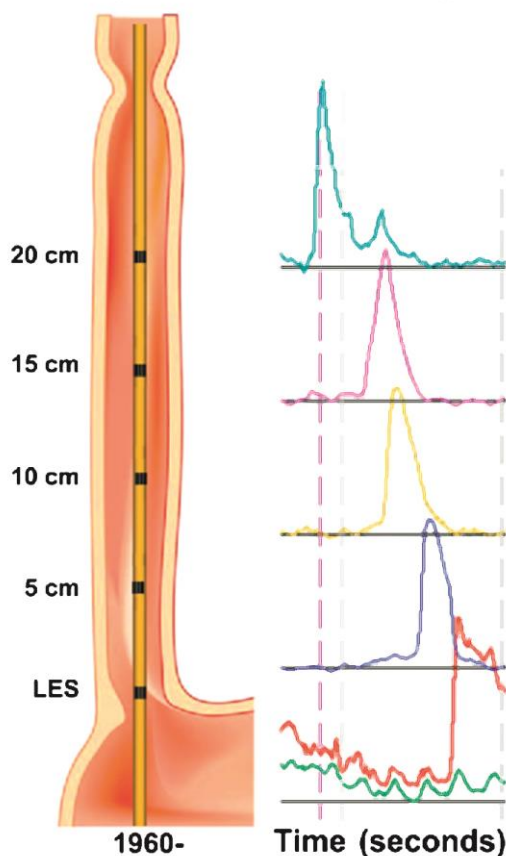
تفاوت اساسی بین مانومتري معمولی (conventional) و مانومتري با وضوح بالا (HRM) تعداد حس گرهای (sensor) فشار استفاده شده و فاصله‌ی بین آنها است.

برخلاف مانومتري معمولی (conventional) که در آن ۳ تا ۸ حس گر (sensor) در فواصل ۳ تا ۵ سانتی متری قرار می گیرند، حس گرهای (sensor) HRM معمولاً در طول مجموعه مانومتریک با فاصله ۱ سانتی متری از هم قرار می گیرند. از این رو، کاتترهایی با حداکثر ۳۶ حس گر (sensor) امکان خوانش فشار همزمان را در هر دو اسفنکتر فوقانی (UES) و تحتانی (LES) و کل مری فراهم می کنند.

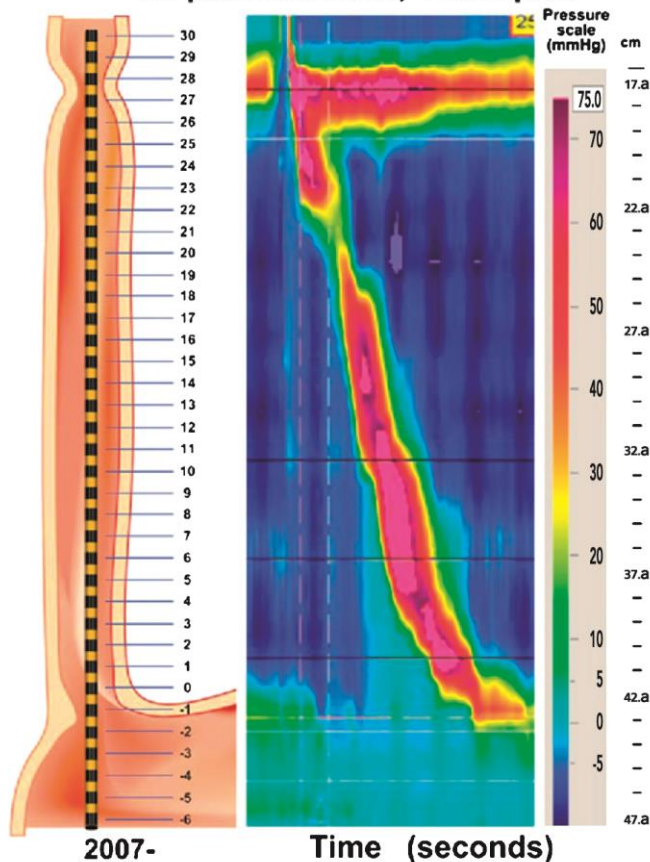
توپوگرافی فشار مری (EPT) یک فرمت رسم سه بعدی است که برای به تصویر کشیدن مطالعات HRM ابداع شده است. EPT مقادیر فشار را بین حس گرها (sensor) برای ایجاد یک پیوستار فشار (pressure continuum) شناسایی می کند. اندازه فشار (pressure magnitude) با استفاده از رنگ های سرد برای نشان دادن فشار کم و رنگ های گرم برای نشان دادن فشارهای بالاتر به مقیاس رنگ تبدیل می شود. در نمودار EPT، زمان (محور X) و مکان (محور Y) درون مری متغیرهای پیوسته هستند و مقدار فشار در هر مختصات x-y با رنگ نشان داده می شود. نتیجه، یک نقشه‌ی کانتور ایزوباریک یکپارچه (IBC) است که از بالای UES تا زیر EGJ را در بر می گیرد. همچنین امکان نمایش گرادیان های فشار real-time لومینال (real-time luminal pressure gradients) و نقاط انتقال فضایی (spatial transition)، دامنه‌ی انقباض (contraction amplitude) یا سرعت انتشار (propagation velocity) در امتداد مری را فراهم می کند که با نشانه‌های آناتومیک و/یا فیزیولوژیک مرتبط است.

هدف از انجام مانومتري، اندازه گیری و ارزیابی فشارهای داخل لومن مری، پرستالسیس (peristalsis) و bolus transit، فشار و عملکرد UES و LES جهت تشخیص اختلالات حرکتی و/یا عملکردی مری و EGJ است.

Traditional Manometry: 5 pressure sites, 5 cm apart



High-Resolution Manometry: 36 pressure sites, 1 cm apart

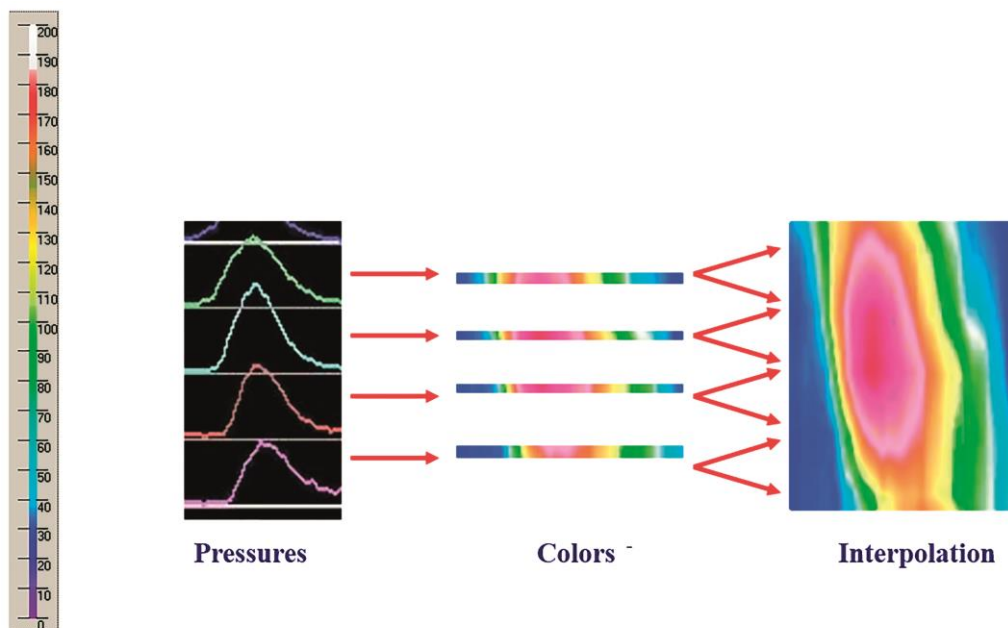


شکل ۲. مقایسه‌ی مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) با مانومتری معمولی (conventional).

برخلاف مانومتری معمولی (conventional) که در آن ۳ تا ۸ حس‌گر (sensor) در فواصل ۳ تا ۵ سانتی‌متری قرار می‌گیرند، HRM دارای ۳۶ حس‌گر (sensor) با فاصله ۱ سانتی‌متری از یکدیگر در طول مری است. EPT، اندازه فشار (pressure magnitude) گزارش شده توسط حس‌گرها (sensor) را با استفاده از رنگ‌های سرد برای نشان دادن فشار کم و رنگ‌های گرم برای نشان دادن فشارهای بالاتر، بر اساس زمان (محور X) و مکان (محور Y) نشان می‌دهد.

● HRM: high-resolution manometry; cm: centimeter; mmHg: millimeter of mercury.

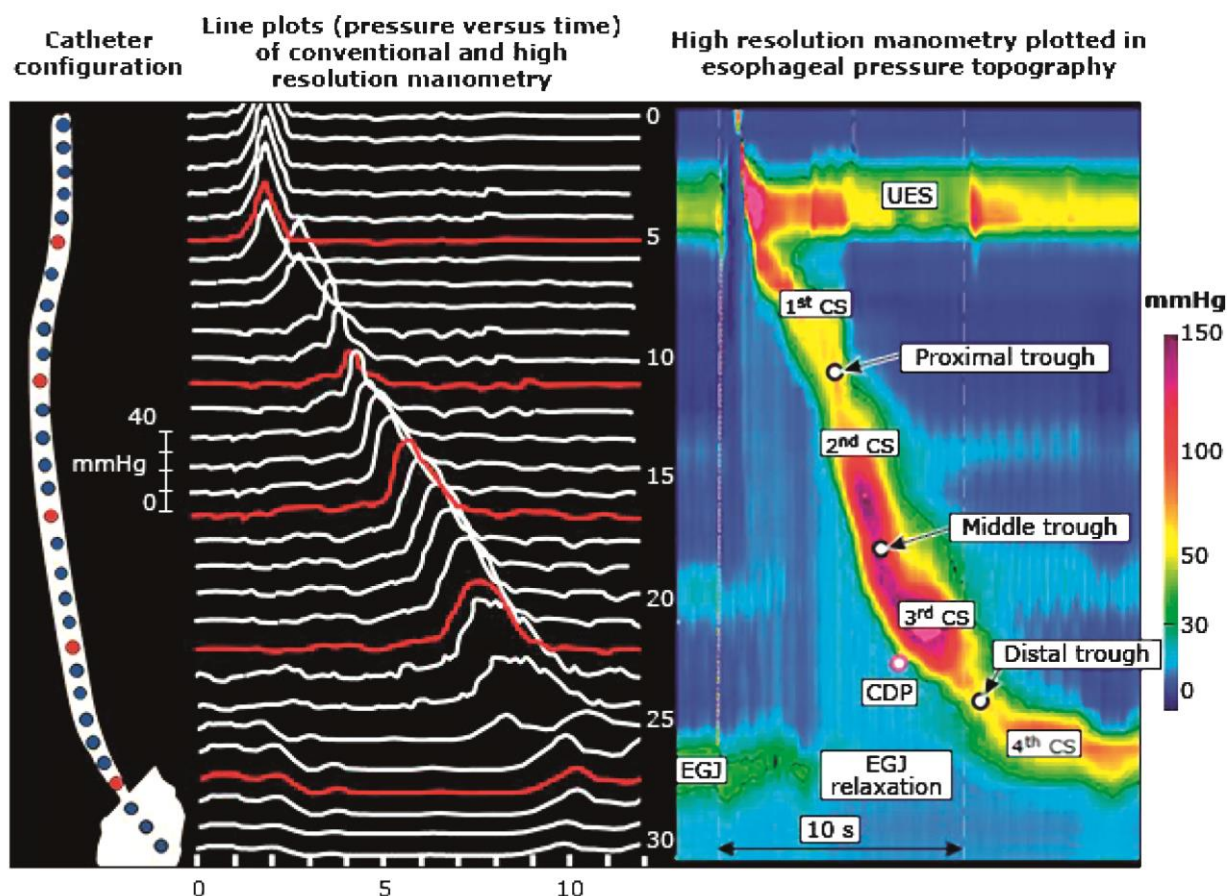
■ Rice TW, Shay SS. A primer of high-resolution esophageal manometry. Seminars in thoracic and cardiovascular surgery 2011; 23(3):181-190.



شکل ۳. توپوگرافی فشار مری (EPT).

EPT اندازه فشار (pressure magnitude) گزارش شده توسط ۳۶ حس گر (sensor) را با استفاده از رنگ‌های سرد برای نشان دادن فشار کم و رنگ‌های گرم برای نشان دادن فشارهای بالاتر، بر اساس زمان (محور X) و مکان (محور Y) نشان می‌دهد.

- EPT: esophageal pressure topography.



شکل ۴. مانومتری مری معمولی (conventional) و مانومتری با وضوح بالا با توپوگرافی فشار مری (HRM-EPT).

مانومتری، فشار UES، داخل لومن مری و LES را در حین بلع اندازه‌گیری می‌کند تا ناهنجاری‌های پریستالسیس و relaxation اسفنکتر را تشخیص دهد. مانومتری معمولی (conventional) با تعداد کمتری از حس‌گرهای (sensor) فشار (نقاط قرمز در شکل شماتیک در سمت چپ و خطوط قرمز در پانل مرکزی)، فشارها را بصورت نمودار نشان می‌دهد. از این رو، داده‌های مانومتری معمولی را می‌توان با دقت به صورت نمودارهای فشار در مقابل زمان، مانند پانل مرکزی با شکاف‌های (gaps) بزرگ در لومن مری بین مکان‌های ثبت فشار نمایش داد. مانومتری با وضوح بالا (HRM) این شکاف‌ها (gaps) را با تعداد زیادی حس‌گر (sensor) فشار، با فاصله‌ی نزدیک (نقاط آبی در شکل شماتیک در سمت چپ و خطوط سفید در پانل مرکزی) نشان می‌دهد. نتایج HRM بصورت توپوگرافی فشار مری (EPT) مانند پانل سمت راست با نمایش مقدار فشار (pressure magnitude) بر اساس رنگ نشان داده می‌شود. در توپوگرافی، سگمان‌های انقباضی به ۴ قسمت تقسیم می‌شود. سگمان‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴، به ترتیب فشار پروگزیمال مری، فشار قسمت میانی مری، فشار دیستال مری و فشار LES را نشان می‌دهند. این سگمان‌ها یک نامگذاری قراردادی است.

- HRM: high-resolution manometry; EPT: esophageal pressure topography; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; CS: contractile segment; CDP: contractile deceleration point; EGJ: esophagogastric junction; s: second; LES: lower esophageal sphincter.
- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

سیستم مانومتری مری متشکل از یک حس گر (sensor) و یک مبدل فشار (transducer) است، که قادر است تغییرات فشار داخل لومن مری را حس کند و آنچه را که شناسایی می کند به سیگنال های الکتریکی تبدیل کند. در نهایت یک دستگاه ثبت، سیگنال شناسایی شده را تقویت و ذخیره می کند. مانومتری با وضوح بالا (HRM) آخرین تحول در سال های اخیر در زمینه ی مانومتری مری می باشد و دارای دو نوع اصلی Solid-state (SSM) و Water-perfusion (WPM) می باشد.

مانومتری های WPM حاوی کانال های پرفیوژن آب می باشند که از چند نقطه در طول کاتتر به لومن اصلی باز می شوند. فشار ایجاد شده در کانال های پرفیوژن آب، توسط یک پمپ پنوماتیک شارژ می شود و به حس گرهای خارجی فشار متصل می گردد. وجود فواصل بزرگ بین حس گرها، مانعی برای ارزیابی کافی فشار اسفنکتر مری و شناسایی اختلالات پریستالسیس مری می باشند. این نقص تا حد زیادی با اضافه کردن یک حس گر Sleeve برطرف شده است که بیشترین فشار اعمال شده در طول یک سگمان چند سانتی متری را اندازه گیری می کند. این حس گر امکان اندازه گیری قابل اعتماد EGJ را حتی در حرکت به سمت بالا و پایین حین دم یا بلع فراهم کرده است. با این حال، فشار مری همچنان با جزئیات کمی اندازه گیری می شود. این در حالی است که اضافه کردن کانال های فشار بیشتر به منظور ارزیابی جامع تر، به کانال های پرفیوژن آب بیشتری در امتداد کاتتر نیاز دارد که در نتیجه به قطر بزرگتر کاتتر و دادن مقادیر بیشتر آب به بیمار نیازمند است. لازم به ذکر است که این نوع مانومتری دارای معایب متعددی نیز می باشد. پاسخ فرکانسی (frequency response) محدودی دارد، راه اندازی و استفاده از آن دشوار است، به پرسنل ماهر جهت تعمیر و نگهداری تجهیزات نیاز دارد و با توجه به حرکت لوله های اتصال یا وجود حباب های هوا داخل سیستم، مستعد ایجاد آرتفکت می باشد. کاتترهای با کالیبر کوچکتر تا حدی بر این کاستی ها غلبه کرده اند و منجر به ایجاد کاتترهایی با حس گرهای فشار بسیار بیشتر شده اند، که امکان ثبت چندین کانال فشار از طریق یک کاتتر را فراهم می سازند و نسبتاً ارزان هستند.

نوع دوم سیستم مانومتری مری که به آن Solid-state (SSM) می گویند، دارای ۳۶ حس گر فشار داخل خود کاتتر می باشد. در حال حاضر اغلب از حس گرهای فشار پیرامونی استفاده می شود که باعث افزایش دقت و نرخ بالاتر پاسخ در اندازه گیری فشار EGJ نامتقارن می شود. این نوع مانومتری در بیماران سرپایی کاربرد دارد و استفاده از آن به مراتب ساده تر می باشد. با این حال، کاتترهای مانومتری SSM نسبتاً گران هستند و آسیب پذیرتر از مانومتری های WPM می باشند و نیاز به تمیز کردن و استریل کردن برای هر بار استفاده دارند. در حال حاضر کاتترهای مانومتری SSM به عنوان استاندارد طلایی برای HRM مری در نظر گرفته شده اند. تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده با کمک طبقه بندی شیکاگو انجام می شود و مقادیر ارائه شده ی نرمال در این طبقه بندی به طور خاص برای استفاده از کاتترهای SSM توسعه یافته اند. با این وجود، مانومتری WPM هنوز به طور گسترده مورد استفاده است. محبوبیت سیستم های WPM نتیجه ی هزینه پایین تر کاتتر و این واقعیت است که فشار خارجی مبدل ها باعث دوام بالای سیستم می شود. اخیراً یک کاتتر WPM HRM ساخته شده است که دارای ۳۶ کانال می باشد و وضوح اندازه گیری فشار تقریباً معادل با کاتترهای SSM دارد. با این حال، نبود مقادیر نرمال اندازه گیری برای WPM باعث محدود شدن آن در بالین شده است.



شکل ۵. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) با کاتتر water-perfusion (A) و کاتتر solid-state (B).

- HRM: high-resolution manometry.

■ <https://www.laborie.com>|2022.

اندیکاسیون‌های انجام مانومتری مری

- ۱-۱. دیسفاژی
- ۲-۱. بیماری ریفلاکس معده-مری (GERD)
- ۳-۱. درد قفسه سینه غیر قلبی
- ۴-۱. بیماری‌های سیستمیک

۱-۱. دیسفاژی

دیسفاژی دشواری یا ناهنجاری در بلع است. اولین قدم در ارزیابی بیماران با شکایت دیسفاژی، تعیین نوع دیسفاژی است: oropharyngeal یا esophageal.

- دیسفاژی oropharyngeal یا دیسفاژی transfer با ویژگی‌های زیر مشخص می‌شود: سختی در شروع بلع، اشاره بیمار به ناحیه‌ی گردنی بعنوان محل بروز علائم در اغلب موارد، امکان همراهی بلع با رگورژیتاسیون نازوفارنژیال، آسپیراسیون، و احساس باقی ماندن غذا در حلق، امکان وجود علائم ناشی از اختلال عملکرد ناحیه‌ی دهان همچون drooling، sialorrhea، بلع picemeal و دیس‌آرتری، امکان وجود علائم ناشی از اختلال عملکرد ناحیه‌ی حلق همچون سرفه یا خفگی (choking) حین مصرف غذا و دیس‌فونی.
- دیسفاژی esophageal معمولاً با این علائم تظاهر پیدا می‌کند: سختی در بلع چند ثانیه پس از شروع بلع، احساس گیر کردن غذا و/یا مایعات.
- اندیکاسیون‌های مانومتري در دیسفاژی:

- (۱) بیماران با دیسفاژی oropharyngeal: استاندارد تشخیصی در این بیماران، ویدئوفلوروسکوپی مری است. مانومتري مری در این بیماران جهت تعیین شدت و مکانیسم اختلال بلع انجام می‌شود.
- (۲) بیماران با دیسفاژی esophageal: اولین اقدام تشخیصی در این بیماران، اندوسکوپی فوقانی است. مانومتري مری در بیمارانی که اندوسکوپی فوقانی تشخیصی نیست و/یا شک به اختلال حرکتی مری وجود دارد، انجام می‌پذیرد.
- (۳) تأیید تشخیص و پیگیری (follow up) در برخی از اختلالات حرکتی مری مثل آسالازی.

جدول ۱. علل دیسفاژی Oropharyngeal.

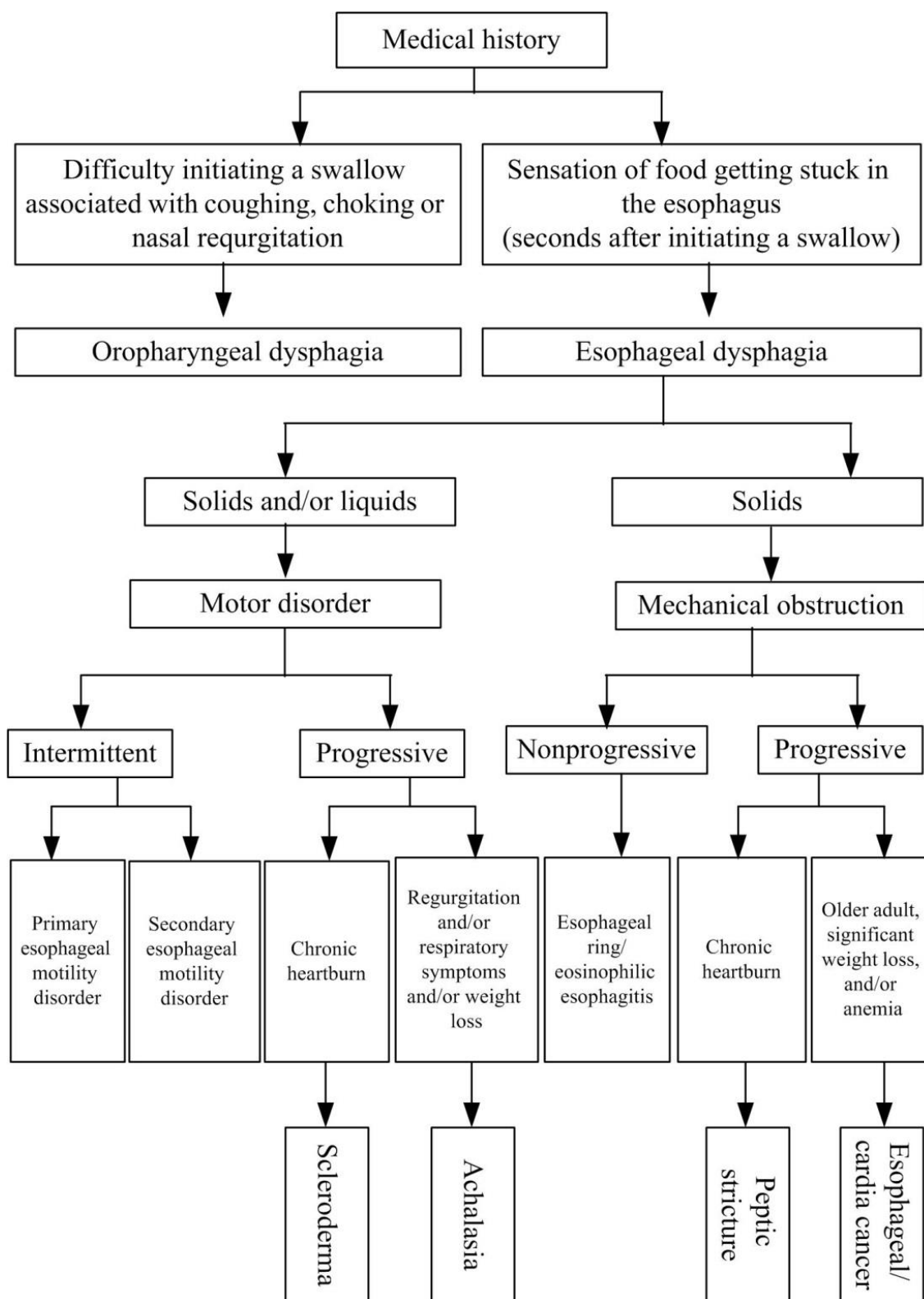
علل Iatrogenic
عوارض جانبی داروها (مثل داروهای شیمی‌درمانی، نورولپتیک‌ها)، بعد از جراحی، رادیاسیون، corrosive (مثل آسیب ناشی از قرص).
علل عفونی
موکوزیت (مثل ویروس هرپس، سیتومگالوویروس، کاندیدا)، دیفتری، بوتولیسم، بیماری Lyme، سیفلیس.
علل متابولیک
آمیلوئیدوز، سندرم کوشینگ، تیروتوکسیکوز، بیماری ویلسون.
علل میوپاتی
بیماری بافت همبند (سندرم overlap)، درماتومیوزیت، میاستنی گراویس، دیستروفی میوتونیک، دیستروفی oculopharyngeal، پلی‌میوزیت، سارکوئیدوز، سندرم‌های پارانشیماستیک.
علل نورولوژیک
تومورهای ساقه‌ی مغز، ترومای سر، سکته‌ی مغزی، فلج مغزی، سندرم گیلن-باره، بیماری هانتینگتون، مالتیپل اسکلروزیس (MS)، فلج اطفال، انسفالوپاتی‌های متابولیک، بیماری پارکینسون، دمانس، اسکروز جانبی آمیوتروفیک (ALS).
علل ساختاری
دیورتیکول زنگر، cricopharyngeal bar، web‌های گردنی، تومورهای دهانی-حلقی، استئوفیت‌ها و ناهنجاری‌های آناتومیک، مادرزادی (مثل شکاف کام، دیورتیکول).

- MS: multiple sclerosis; ALS: amyotrophic lateral sclerosis.

جدول ۲. علل دیسفاژی Esophageal.

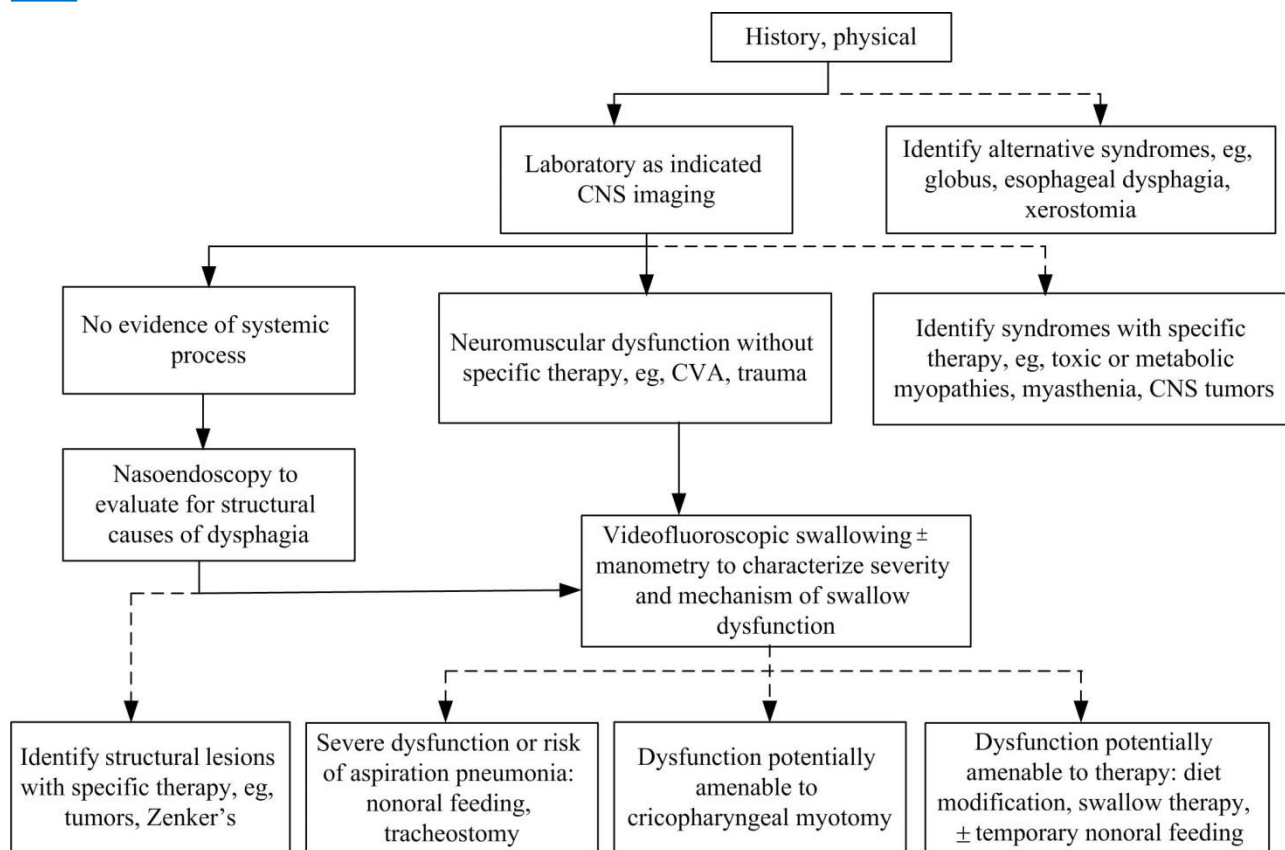
علل مکانیکال
داخلی (Intrinsic): تومورهای خوش خیم، ازوفازیت/تنگی ناشی از بلع مواد سوزاننده، دیورتیکول، بدخیمی، تنگی پپتیک، ازوفازیت ائوزینوفیلیک، ازوفازیت عفونی، ازوفازیت دارویی، بعد از جراحی (حنجره، مری، معده)، ازوفازیت/تنگی ناشی از رادیاسیون، ring و web مری، ازوفازیت لنفوسیتیک.
خارجی (Extrinsic): شریان ساب‌کلاوین نابجا، استئوفیت گردنی، آئورت بزرگ‌شده، دهلیز چپ بزرگ‌شده، توده مدیاستن (مثل لنفادنوپاتی، کانسر ریه)، بعد از جراحی (حنجره، ستون فقرات).
اختلالات حرکتی مری
آشالازی، بیماری شاگاس، اختلالات حرکتی اولیه (مثل DES)، اختلالات حرکتی ثانویه (مثل اسکرودرمی).
علل عملکردی (functional)
دیسفاژی عملکردی (functional).

- DES: distal esophageal spasm.



الگوریتم ۱.۱. اپروچ به دیسفاژی.

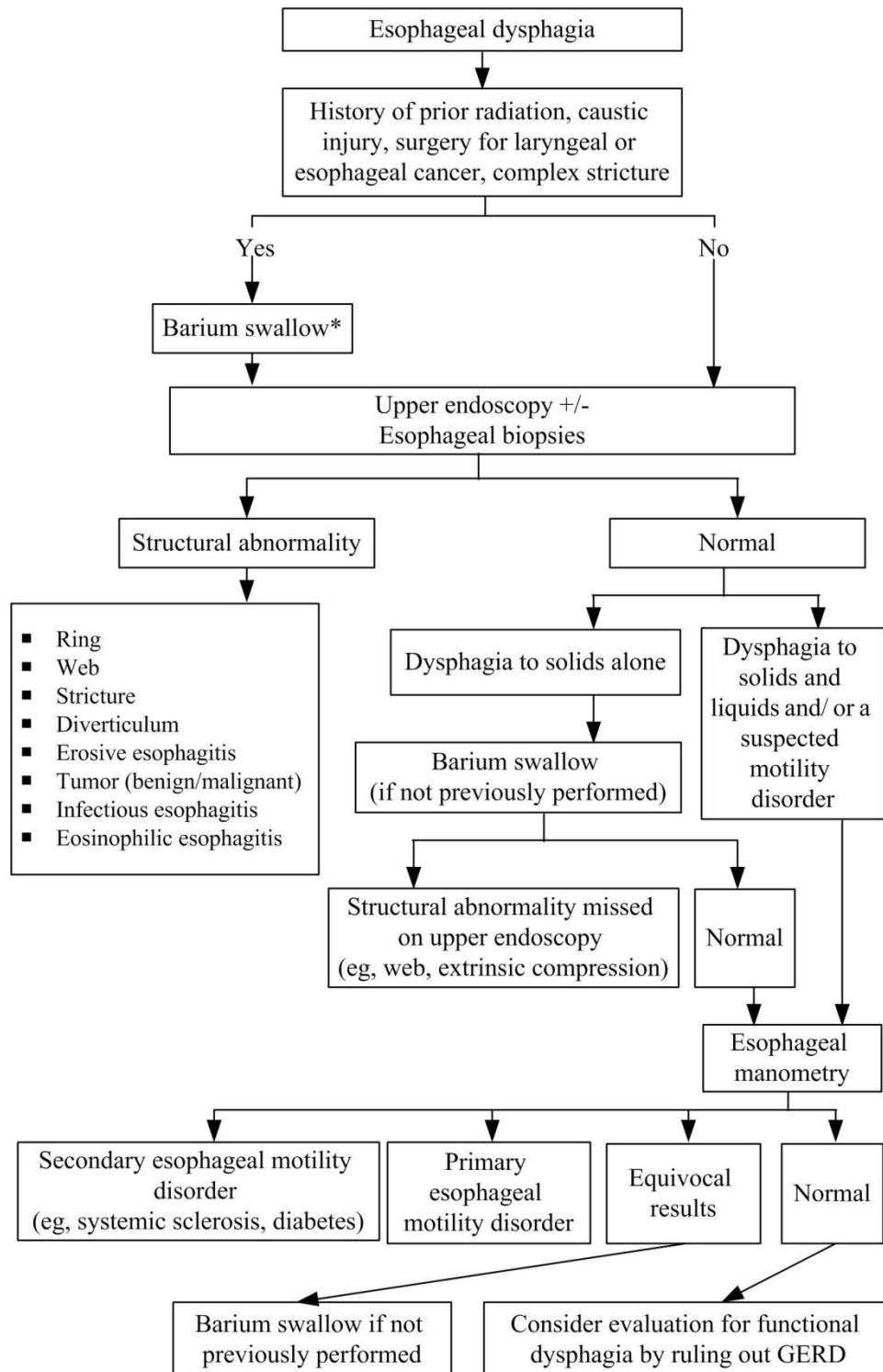
- Fass R, Feldman M, Robson KM. Approach to the evaluation of dysphagia in adults (Topic 2241). UpToDate (2022).



الگوریتم ۲. ارزیابی دیسفاژی Oropharyngeal.

- CNS: central nervous system; CVA: cerebrovascular accident.

- Cook IJ, Kahrilas PJ. AGA: Technical review: Management of oropharyngeal dysphagia. Gastroenterology 1999; 116:455.



الگوریتم ۳. ارزیابی بیمار با دیسفاژی Esophageal.

* انجام بلع باریم قبل از اندوسکوپی فوقانی مورد بحث (contraversial) است.

- GERD: gastroesophageal reflux disease.

- Fass R, Feldman M, Robson KM. Approach to the evaluation of dysphagia in adults (Topic 2241). UpToDate (2022).

۱-۲. بیماری ریفلاکس معده به مری (GERD)

درجاتی از ریفلاکس فیزیولوژیک است. اپیزودهای ریفلاکس فیزیولوژیک معمولاً بعد از غذا رخ می‌دهند، کوتاه مدت و بدون علامت هستند و به ندرت در طول خواب اتفاق می‌افتند. ریفلاکس پاتولوژیک با علائم یا آسیب مخاط مری همراه است و اغلب به صورت شبانه رخ می‌دهد. GERD زمانی است که ریفلاکس محتویات معده منجر به بروز علائم (مثل سوزش سر دل، رگورژیتاسیون)، تغییرات مخاطی (ازوفازیت) در اندوسکوپی و/یا عوارض ناشی از آن مثل تنگی پپتیک یا مری Barret شود. در اغلب موارد، GERD می‌تواند بر اساس علائم بالینی در بیماران با علائم کلاسیک مانند سوزش سر دل و/یا رگورژیتاسیون تشخیص داده شود. با این حال، ممکن است در صورت وجود علائم هشدار (سن بالا، شواهد خونریزی گوارشی آشکار یا مخفی، آنمی فقر آهن، بی‌اشتهایی، کاهش وزن غیرقابل توجیه، دیسفاژی، آدینوفاژی، استفراغ پایدار، کانسر گوارشی در بستگان درجه اول)، ریسک فاکتورهای مری Barret (ابتلا به GERD برای حداقل ۵ تا ۱۰ سال، سن بیشتر از ۵۰ سال، جنس مذکر، نژاد سفید، هرنی هیاتال، چاقی، ریفلاکس شبانه، سابقه‌ی مصرف یا مصرف فعلی تنباکو، مری Barret و/یا آدنوکارسینوم مری در بستگان درجه اول) یا مشاهده ناهنجاری در تصویربرداری، به ارزیابی‌های بیشتری همچون اندوسکوپی دستگاه گوارش فوقانی نیاز باشد.

مانومتري برای GERD تشخیصی نیست و نمی‌تواند شدت بیماری را پیش‌گویی کند. با این حال در برخی موارد برای رد سایر تشخیص‌ها از جمله اختلالات حرکتی مری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- اندیکاسیون‌های مانومتري در GERD:

- ۱) بیماران مبتلا به GERD با دیسفاژی و رگورژیتاسیون.
- ۲) در بیماران مشکوک به GERD با درد قفسه سینه و اندوسکوپی فوقانی نرمال.
- ۳) GERD مقاوم به درمان مدیکال (عدم پاسخ به درمان با دوز استاندارد PPI دو بار در روز به مدت ۸ هفته)
- ۴) بیماران مبتلا به GERD قبل از درمان‌های آنتی‌ریفلاکس تهاجمی برای رد اختلالات حرکتی مری (مثل آسلازی یا اسکرودرمی که جراحی آنتی‌ریفلاکس در آنها ممنوع است).
- ۵) تعیین دقیق محل LES قبل از قرار دادن کاتتر pH متري ambulatory.

۱-۳. درد قفسه سینه غیر قلبی (Non-cardiac chest pain)

اولین اقدام در ارزیابی درد قفسه سینه، بررسی علل قلبی-عروقی است. درد مکرر رترواسترنال که به دلیل بیماری عروق کرونری نیست، یکی از مشکلات بالینی شایع است. علت حدود ۲۰-۱۰٪ دردهای قفسه سینه، علل گوارشی مثل GERD، اختلالات حرکتی مری است. شایعترین علت گوارشی دردهای قفسه سینه راجعه GERD است.

- اندیکاسیون‌های مانومتري در درد قفسه سینه غیر قلبی:

- ۱) شک به اختلالات حرکتی مری بعنوان اتیولوژی احتمالی ایجادکننده علائم بیمار (مثل DES).

۱-۴. بیماری‌های سیستمیک

بیماری‌های سیستمیکی مانند اسکرودرمی یا دیابت که عضله صاف یا سیستم عصبی خودمختار (autonomic nervous system) را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند منجر به اختلالات حرکتی مری شوند.

اختلال حرکتی در مانومتري مری، در ۶-۷۰٪ بیماران با اسکرودرمی سیستمیک مشاهده می‌شود. با این حال، حدود ۳۰٪ این بیماران بی‌علامت هستند.

کنترل اندیکاسیون‌های انجام مانومتری مری

- ۱-۲. کنترل اندیکاسیون‌های انجام مانومتری مری
۲-۲. عوارض انجام مانومتری مری

۱-۲. کنترااندیکاسیون‌های انجام مانومتري مري

- بیمار با اختلال سطح هوشیاری
- بیماری که نمی‌تواند دستورالعمل انجام مانومتري را اجرا کند.
- شک به انسداد یا انسداد شناخته شده‌ی pharyngeal یا مري (مثل تومور)
- ناهنجاری ساختاری بینی یا oropharyngeal که مانع تعبیه کاتتر می‌شود.
- اختلالات انعقادی قابل توجه (اما نه بیماران تحت درمان با داروهای ضد انعقاد در محدوده‌ی درمانی)
- بیماری‌های تاولی در مخاط مري
- بیماری قلبی که تحریک واگ را تحمل نکند.

نکته: در مواردی مانند تنگی پیپتیک، زخم مري، واریس مري یا دیورتیکول بزرگ مري، ریسک عوارض ناشی از اینتوباسیون و تعبیه‌ی blind کاتتر مري بالاست. این موارد به عنوان کنترااندیکاسیون‌های نسبی انجام مانومتري محسوب می‌شوند. در صورت ضرورت انجام مانومتري در این موارد، باید اقدامات احتیاطی خاصی مانند اینتوباسیون و تعبیه کاتتر تحت هدایت اندوسکوپی یا رادیولوژی در نظر گرفته شود.

۲-۲. عوارض انجام مانومتري مري

به طور کلی، HRM یک روش تشخیصی safe است و عوارض آن نادر است. با این حال ممکن است حین انجام مانومتري، این ناراحتی‌ها رخ دهد: تحریک رفلکس gag، اشک‌ریزش، احساس ناراحتی در بینی و حلق. بعد از انجام مانومتري، ممکن است عوارض جانبی خفیف بروز پیدا کند، که غالباً طی چند ساعت برطرف می‌شوند: گلو درد، گرفتگی بینی، خونریزی جزئی بینی.

پروتکل استاندارد انجام مانومتري
با وضوح بالا (HRM)

اولویت طبقه‌بندی شیکاگو، یک پروتکل استاندارد برای انجام مانومتری بود که برای آزمایشگاه‌های سنجش اختلالات حرکتی مری در سراسر جهان قابل استفاده باشد و منجر به تسهیل ثبات رویه، بهبود قابلیت تشخیص و ارتقاء تحقیقات مشارکتی گردد. قبل از انجام مانومتری، بیماران باید حداقل ۴ ساعت ناشتا باشند (نوشیدن مقادیر کمی مایع شفاف مجاز است) و رضایت آگاهانه می‌بایست گرفته شود. مطالعه در وضعیت خوابیده به پشت (supine) شروع می‌شود. به دنبال قرار دادن کاتتر، بیمار حداقل ۶۰ ثانیه در وضعیت استراحت می‌ماند که اجازه می‌دهد تا انقباضات مری در وضعیت تطابق (adaption period) قرار گیرند. به دنبال آن موقعیت کاتتر با انجام سه دم عمیق تأیید می‌گردد. سپس، به مدت یک دوره‌ی حداقل ۳۰ ثانیه‌ای فشار پایه‌ی مری برای شناسایی مناطق آناتومیک شاخص از جمله اسفنکتر فوقانی مری (UES)، اسفنکتر تحتانی مری (LES)، نقطه وارونگی تنفسی (RIP) و فشار پایه EGJ اندازه‌گیری می‌شود. به دنبال این مرحله، ۱۰ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۵ میلی‌لیتر آب یا سالین (در صورتی که از مانومتری ایمپدانس با وضوح بالا استفاده شود) هم‌دما با محیط صورت می‌گیرد. حداقل می‌بایست ۳۰ ثانیه فاصله بین هر بلع با بلع مایع (wet swallow) بعدی برای جلوگیری از اثر مهارى بلع (deglutitive inhibition) وجود داشته باشد. در نهایت، یک MRS انجام می‌شود (شامل پنج بلع پشت سر هم به میزان ۲ میلی‌لیتر مایع با فاصله ۲ تا ۳ ثانیه بین هر بلع با بلع بعدی با کمک یک سُرنگ ۱۰ میلی‌لیتری) که می‌تواند تا سه بار در صورت وجود یک تلاش ناموفق یا یک پاسخ انقباضی غیرطبیعی تکرار شود.

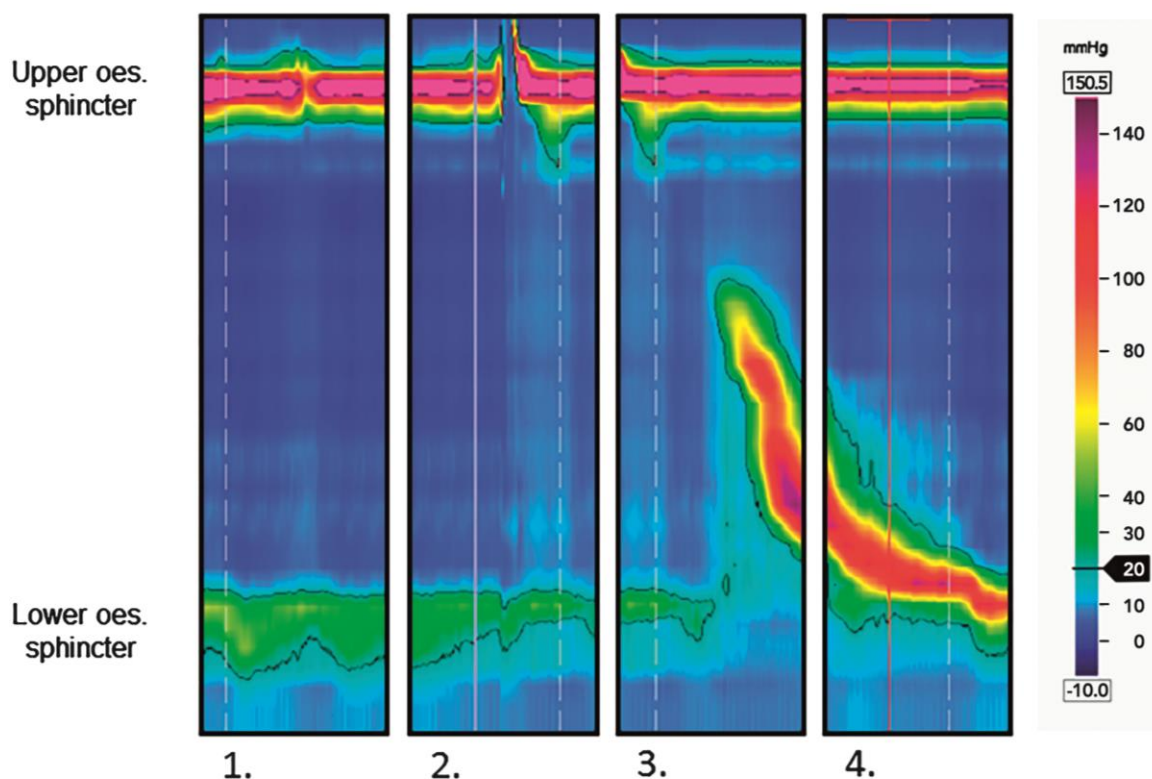
سپس وضعیت بیمار به حالت عمودی (نشسته با زاویه ۸۰ درجه یا بالاتر همراه با پاهای آویزان از کنار تخت، اما نه در وضعیت قوز کرده یا خمیده به جلو) تغییر می‌کند. پس از تغییر موقعیت، مجدداً بیمار حداقل ۶۰ ثانیه در وضعیت استراحت برای قرارگیری در وضعیت تطابق سپری می‌کند و به دنبال آن مجدداً موقعیت کاتتر با انجام سه دم عمیق تأیید می‌شود و دوباره به مدت یک دوره‌ی حداقل ۳۰ ثانیه‌ای فشار پایه‌ی مری برای شناسایی مناطق آناتومیک شاخص اندازه‌گیری می‌شود. در این حالت هم تلاش می‌شود حداقل ۳۰ ثانیه فاصله بین هر بلع با بلع مایع (wet swallow) بعدی برای جلوگیری از اثر مهارى بلع وجود داشته باشد. سرانجام، یک چالش نوشیدن سریع (RDC) با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب با حداکثر سرعت ممکن از طریق نی، انجام می‌شود.

جدول ۳. پروتکل استاندارد HRM، طبقه‌بندی شیکاگو.

روش مطالعه
مطالعه در وضعیت خوابیده به پشت (supine) آغاز می‌شود: • ≤ 60 ثانیه زمان تطابق (adaption period) • تثبیت وضعیت کاتتر با حداقل سه دم متوالی • ≤ 30 ثانیه ماندن در وضعیت پایه • ۱۰ بلع مایع (wet swallow) به میزان هر بلع ۵ سی‌سی در وضعیت خوابیده به پشت (supine) • یک بلع‌های سریع متوالی (MRS) (ممکن است این توالی برای سه بار به دنبال تلاش ناموفق یا پاسخ غیرطبیعی تکرار شود) تغییر وضعیت به حالت نشسته (upright): • ≤ 60 ثانیه زمان تطابق (adaption period) • تثبیت وضعیت کاتتر با حداقل سه دم متوالی • ≤ 30 ثانیه ماندن در وضعیت پایه • ≤ 5 بلع مایع (wet swallow) به میزان هر بلع ۵ سی‌سی در وضعیت نشسته (upright) • یک چالش نوشیدن سریع (RDC) اگر اختلال مازور حرکتی مشاهده نشد، از ارزیابی‌های مانومتریک زیر استفاده می‌کنیم: • در صورت وجود احتمال انسداد خروجی مری (EGOO): بلع لقمه جامد (solid test swallows)، بلع غذای جامد (solid test meal)، و/یا تحریک دارویی (pharmacologic provocation) • در صورت وجود احتمال اختلالات نشخوار کردن (rumination) و/یا اختلال آروغ زدن (belching disorder): مشاهده HRIM پس از صرف غذا اگر نتایج مبهم و دوپهلو مشاهده شد و/یا شک به علائم انسدادی وجود داشت که معیارهای تشخیصی برای آشالازی را پر نمی‌کرد، تست‌های حمایتی را در نظر می‌گیریم: • باریم ازوفاگرام زمانبندی‌شده (TBE)، ترجیحاً با قرص باریم • پروب تصویربرداری عملکردی اندولومینال (FLIP)
ملاحظات
قبل از انجام مانومتري، بیماران باید حداقل ۴ ساعت ناشتا باشند (نوشیدن مقادیر کمی مایع شفاف مجاز است)، البته این زمان می‌تواند برای مواردی مثل آشالازی طول کشیده طولانی‌تر باشد. رضایت آگاهانه می‌بایست گرفته شود. اگرچه طبقه‌بندی شیکاگو ۴، استفاده از کاتتر solid-state با حس‌گرهایی (sensor) با فاصله‌گذاری کمتر از ۲ سانتی‌متر را برای HRM توصیه می‌کند، با این وجود پروتکل HRM را می‌توان با کاتترهای water-perfused نیز انجام داد، البته در صورتی که از مقادیر اصولی مناسب و با محدودیت وضعیت یعنی بلع فقط در وضعیت خوابیده (supine) و انجام مانورهای امکان‌پذیر با کاتترهای مذکور استفاده شود. استفاده از مانومتري ایمپدانس با وضوح بالا (HRIM) اگرچه لازم نیست، اما توصیه می‌شود. پزشکانی که وضعیت نشسته (upright) را انتخاب کرده‌اند، می‌بایست توصیه به ۱۰ بلع مایع (wet swallow) در وضعیت نشسته نمایند. طبقه‌بندی بر پایه ۱۰ بلع مایع (wet swallow) در وضعیت اولیه چه به صورت خوابیده یا به صورت نشسته انجام می‌گیرد. ارزیابی بلع در وضعیت‌های ثانویه و یا با کمک تست‌های تحریکی اطلاعات حمایتی را فراهم می‌آورند.

- HRM: high-resolution manometry; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge; EGGO: esophagogastric junction-outflow obstruction; HRIM: high resolution-impedance manometry; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



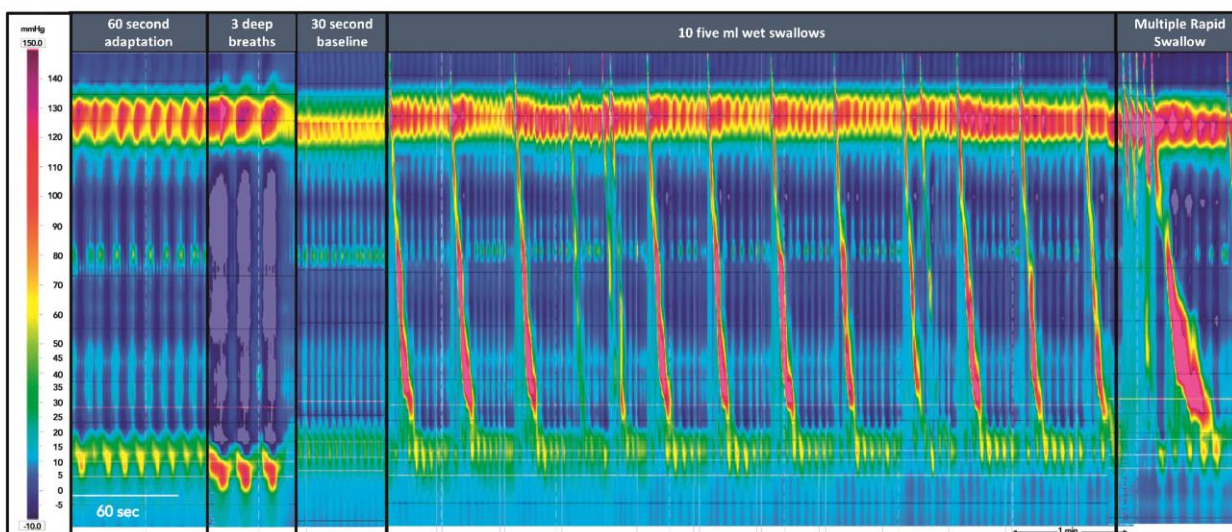
شکل ۶. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) در بلع نرمال.

۱. اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی مری (LES) در حالت استراحت منقبض می‌مانند.
۲. بلع با شل شدن اسفنکتر فوقانی مری (UES) شروع می‌شود، تا لقمه غذا عبور کند.
۳. یک انقباض قوی در اسفنکتر فوقانی مری (UES)، محتوای آن را به سمت پایین مری حرکت می‌دهد. در همین حال، اسفنکتر تحتانی مری (LES) زود شل می‌شود تا اجازه عبور هوای گیر افتاده در مری را بدهد.
۴. لقمه‌ی غذا قبل از انقباض اسفنکتر تحتانی مری (LES) برای جلوگیری از بازگشت محتویات معده به مری، از اسفنکتر تحتانی مری (LES) شل شده عبور کرده، وارد معده می‌شود.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.

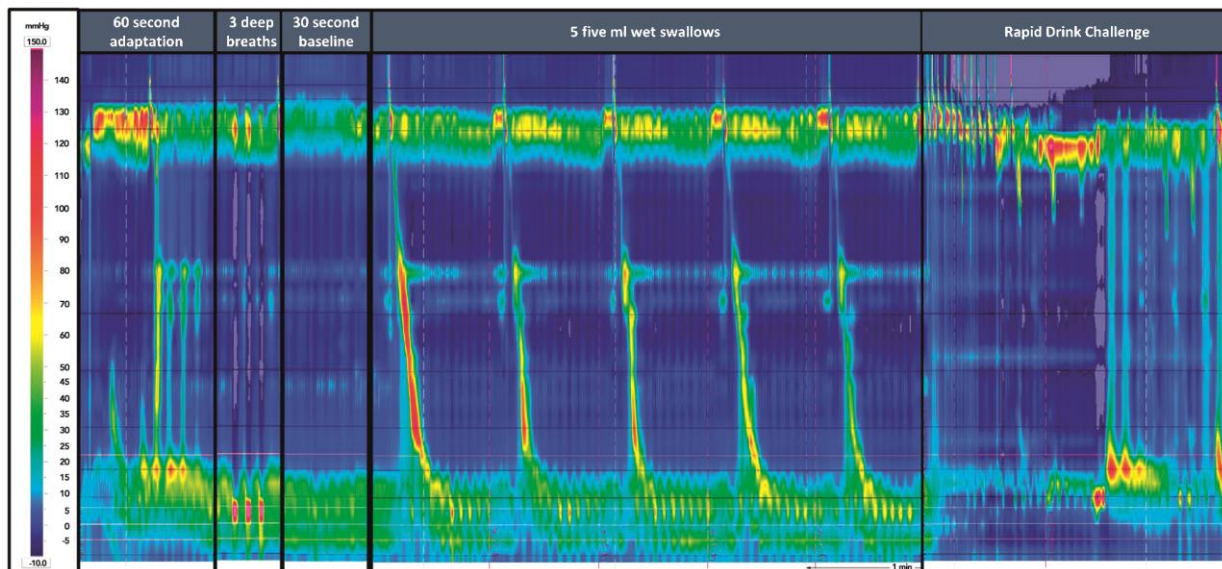
- <https://www.westernsydney.edu.au/2022>.

(A) Protocol in Supine Position



Courtesy of University of California San Diego Center for Esophageal Diseases

(B) Protocol in Upright Position

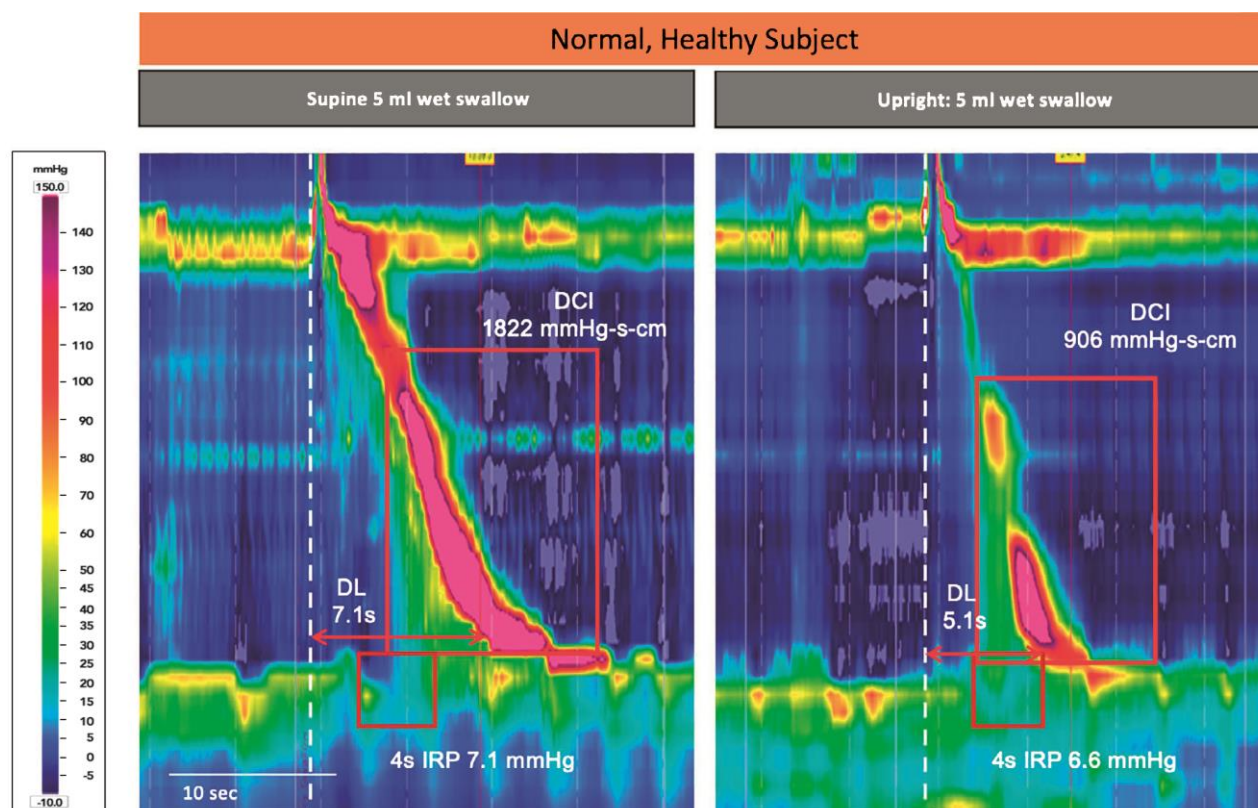


شکل ۷. پروتکل استاندارد مانومتريک با وضوح بالا (HRM).

تصاویر مانومتريک با وضوح بالا (HRM)، پروتکل استاندارد را به تصویر می‌کشند. (A) وضعیت خوابیده (supine) شامل ۶۰ ثانیه انطباق (adaptation)، ۳ دم عمیق، ۳۰ ثانیه بررسی حالت پایه، ۱۰ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۵ میلی‌لیتر و حداقل یک MRS می‌باشد. (B) وضعیت نشسته (upright) شامل یک دوره ۶۰ ثانیه‌ای انطباق (adaptation)، ۳ دم عمیق، ۳۰ ثانیه بررسی حالت پایه، ۵ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۵ میلی‌لیتر و یک چالش نوشیدن سریع (RDC).

- HRM: high-resolution manometry; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge.

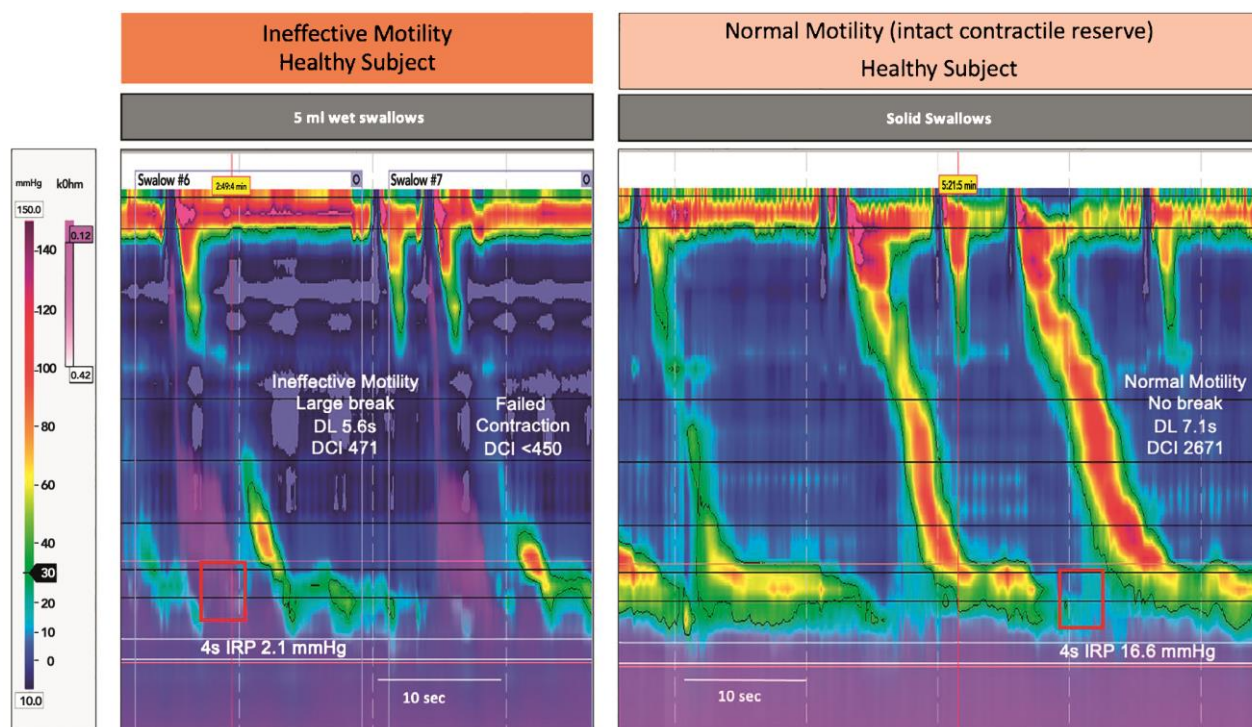
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



شکل ۸. مانومتري با وضوح بالا (HRM): تأثیر وضعیت (position) فرد بر حرکت مری در یک فرد سالم.

انقباض مری در وضعیت خوابیده به پشت (پانل‌های چپ) نسبت به حالت نشسته (پانل‌های راست) آهسته‌تر، هماهنگ‌تر و شدیدتر است. در نتیجه، نسبت انقباضات غیرموثر (ineffective) و کم فشار (hypotensive) اغلب در وضعیت نشسته بیشتر است. آستانه‌های تشخیصی مناسب باید اعمال شود.

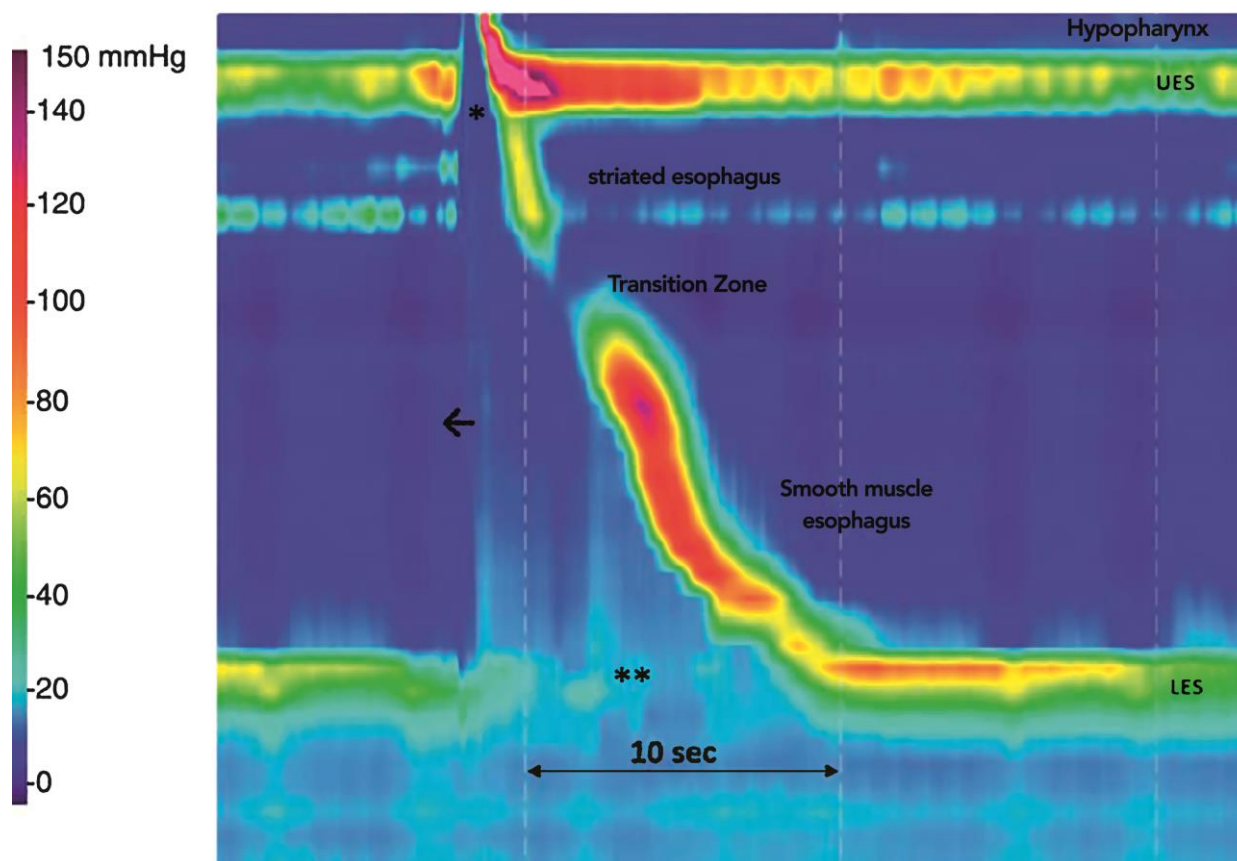
- HRM: high-resolution manometry; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; DL: distal latency; sec: second; IRP: integrated relaxation pressure.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high-resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14120.



شکل ۹. مانومتري با وضوح بالا (HRM): تأثیر قوام بولوس بر تحرک مری در یک فرد سالم.

انقباض مری در بلع مایع (wet swallow) (پانل سمت چپ) نسبت به بلع جامد (پانل سمت راست) سریعتر (DL کوتاهتر)، هماهنگی کمتر (break بزرگتر) و قدرت انقباض کمتر (DCI پایین) است. علاوه بر این، IRP برای بلع جامد به دلیل مقاومت ویسکوز بالاتر در برابر عبور بولوس از طریق EGJ افزایش می‌یابد. آستانه‌های تشخیصی مناسب باید اعمال شود. بلع جامد می‌تواند تحرک پریستالتیک را در افراد سالم افزایش دهد، و همانطور که در بیمار مذکور مشاهده می‌شود (پانل سمت چپ)، ذخیره‌ی انقباضی را در بیماران با حرکت غیرمؤثر مری (IEM) در حین بلع آب نشان دهد.

- HRM: high-resolution manometry; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; DL: distal latency; s: second; DCI: distal contractile integral; sec: second; IRP: integrated relaxation pressure; EGJ: esophagogastric junction; IEM: ineffective esophageal motility.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high-resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.



شکل ۱۰. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در پريستاليسيس طبيعي مري.

کاتتر HRM وارد مری می‌شود و با عبور از LES به داخل معده وارد می‌شود. این تکنیک امکان ثبت فشار همزمان هیپوفارنکس، UES، مری، LES و معده را فراهم می‌کند. محل حس گر (sensor) در محور y است. محور x بیانگر زمان است. محیط رنگی، فشار ثبت شده در طول کاتتر را در زمان و مکان معین نشان می‌دهد. فشار UES در حالت استراحت به صورت یک نوار رنگی افقی، با عرض چند سانتی‌متر و با فشارهایی بیشتر از حلق نشان داده می‌شود. فشار LES در حالت استراحت نیز به صورت یک نوار رنگی افقی در دیستال مری دیده می‌شود که فشار استراحت آن بیشتر از فشار مری و معده است. relax شدن UES (*) و LES (**) با کاهش فشار نشان داده می‌شود که به صورت تغییر رنگ به رنگ سبز نشان داده می‌شود (مرتبط با فشار تقریبی ۲۰ میلی‌متر جیوه در نوار رنگی ثبت‌کننده‌ی فشار). فشار استراحت UES (*) تقریباً نزدیک به فشار استراحت پروگزیمال مری و فشار استراحت LES (**) تقریباً نزدیک به فشار معده می‌باشد. LES اندکی پس از شروع مرحله استراحت UES به دنبال انجام بلع مایع (wet swallow) باز می‌شود. پریستاليسيس اولیه‌ی مری به صورت یک نوار رنگی مورب که از UES به LES کشیده شده است نشان داده می‌شود. بعد از فشار UES، یک ناحیه‌ی پرفشار در مری پروگزیمال ناشی از عضلات مخطط می‌باشد و به دنبال آن یک بخش با فشار پایین‌تر مربوط به ناحیه انتقالی (transition zone) دیده می‌شود و سپس افزایش فشار در مری دارای عضله صاف رؤیت می‌گردد. فشار intrabolus (پیکان) -یعنی فشار مری حین بلع لقمه- با افزایش اندک همزمان فشار داخل مری نشان داده می‌شود که اندکی پس از شروع بلع مایع (wet swallow) رخ می‌دهد و جلوتر از فشار موج پریستالتیک بالا می‌ماند. این فشار پس از عبور از موج پریستالتیک به حالت اولیه باز می‌گردد که نشان دهنده‌ی پاکسازی مری از لقمه‌ی بلعیده شده است.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; sec: second.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

اگر شواهد قطعی از یک اختلال حرکتی مهم شناسایی نشد، در صورتی که نتایج پروتکل استاندارد HRM مطابقت با تظاهرات بالینی نداشته باشند و یا اگر یافته‌ها قادر نباشند علائم بیمار را توضیح دهند، تدابیر حمایتی تشخیصی اضافی از جمله بلع لقمه جامد (solid test swallows) یا بلع غذای جامد (solid test meal) می‌تواند به ارزیابی انسداد احتمالی EGJ بپردازد. همچنین، مشاهده و پیگیری بیمار پس از غذا برای شناسایی اختلالاتی از قبیل نشخوار کردن (rumination) و یا آروغ زدن کمک کننده خواهد بود. در صورت در دسترس بودن، می‌توان از داروهای محرک برای کمک به تشخیص اختلال انسدادی واقعی در EGJ بهره برد.

علاوه بر این، اگر نتایج همچنان مبهم باشند و شک به انسداد خروجی EGJ وجود داشته باشد، در حالی که معیارهای لازم برای آشلازی را پر نکنند، باریوم ازوفاگوگرام زمان‌بندی شده (TBE)، ترجیحاً همراه با بلع قرص باریوم و یا همراه با استفاده از پروب تصویربرداری عملکردی اندولومینال (FLIP) به عنوان تست‌های تشخیصی حمایتگر مستقل برای ارزیابی انسداد ناحیه EGJ به کار برده می‌شوند. اگرچه که متخصصان کارگروه طبقه‌بندی شیکاگو نسخه ۴، استفاده از کاتتر solid-state را که به حس‌گرهایی (sensor) با فاصله‌گذاری کمتر از ۲ سانتی‌متر مجهز شده باشند برای HRM توصیه می‌کنند، با این وجود پروتکل HRM را می‌توان با کاتترهای water-perfused نیز انجام داد، البته در صورتی که از مقادیر اصولی مناسب و با محدودیت وضعیت یعنی بلع فقط در وضعیت خوابیده و انجام مانورهای امکان‌پذیر با کاتترهای مذکور استفاده شود. استفاده از مانومتري ایمپدانس با وضوح بالا اگرچه لازم نیست، اما برای ارزیابی بهینه‌ی فشار حین بلع، زمان پاکسازی ماده بلعیده شده و نحوه جریان بولوس از طریق EGJ توصیه می‌شود.

برای به حداقل رساندن اشتباهات سنجش فشار ناشی از کالیبر نبودن حس‌گرها (sensor)، کاهش ناراحتی بیمار و بهبود تحمل بیمار، باید تا حد امکان پروتکل به صورت کارآمد اجرا شود.

داده‌های مانومتری

- ۱-۴. نشانه‌های اختصاصی در Pressure topography
- ۱-۱-۴. اسفنکترهای آناتومیک (Anatomic sphincters)
- ۲-۱-۴. سگمان‌های انقباضی (Contractile segments)
- ۳-۱-۴. ناحیه‌ی انتقال (Transition zone)
- ۴-۱-۴. نقطه کاهش سرعت انقباض [Contractile deceleration point (CDP)]
- ۵-۱-۴. نقطه‌ی وارونگی فشار (Pressure inversion point; PIP)
- ۶-۱-۴. تغییرات تنفسی در بدنه‌ی مری
- ۷-۱-۴. پرستالسیس (Peristalsis)
- ۸-۱-۴. فشار بولوس (Bolus pressure)
- ۹-۱-۴. فشار معده (Gastric pressure)
- ۲-۴. معیارهای EPT برای اختلالات حرکتی
- ۱-۲-۴. Integrated relaxation pressure (IRP)
- ۲-۲-۴. تأخیر دیستال [Distal latency (DL)]
- ۳-۲-۴. انتگرال انقباضی دیستال [Distal contractile integral (DCI)]
- ۴-۲-۴. قدرت انقباض (Contraction vigor)
- ۵-۲-۴. شکاف (break)
- ۶-۲-۴. الگوی انقباض (Contraction pattern)
- ۷-۲-۴. الگوی Pressurization
- ۸-۲-۴. پاسخ به محرک‌ها (Response to provocation)

۴-۱. نشانه‌های اختصاصی در Pressure topography

نمودارهای EPT دارای چندین ویژگی کلیشه‌ای هستند که نشان دهنده‌ی ویژگی‌های منحصر به فرد آناتومی، فیزیولوژی و پاتوفیزیولوژی مری است که برای تفسیر دقیق این مطالعات بسیار مهم است.

۴-۱-۱. اسفنکترهای آناتومیک (Anatomic sphincters)

اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی مری (LES) معمولاً به راحتی با EPT قابل مشاهده هستند. حاشیه‌های اسفنکتر با تغییر ناگهانی فشار در امتداد محور لومن مشخص می‌شوند که در آن یک منطقه فشار بالا (high-pressure zone) یا باند فشار (pressure band) مشخص می‌تواند شناسایی شود. این مناطق پرفشار (high-pressure zones)، همراه با relaxation اسفنکتر با بلع، امکان localization آسان اسفنکترهای مری را فراهم می‌کند.

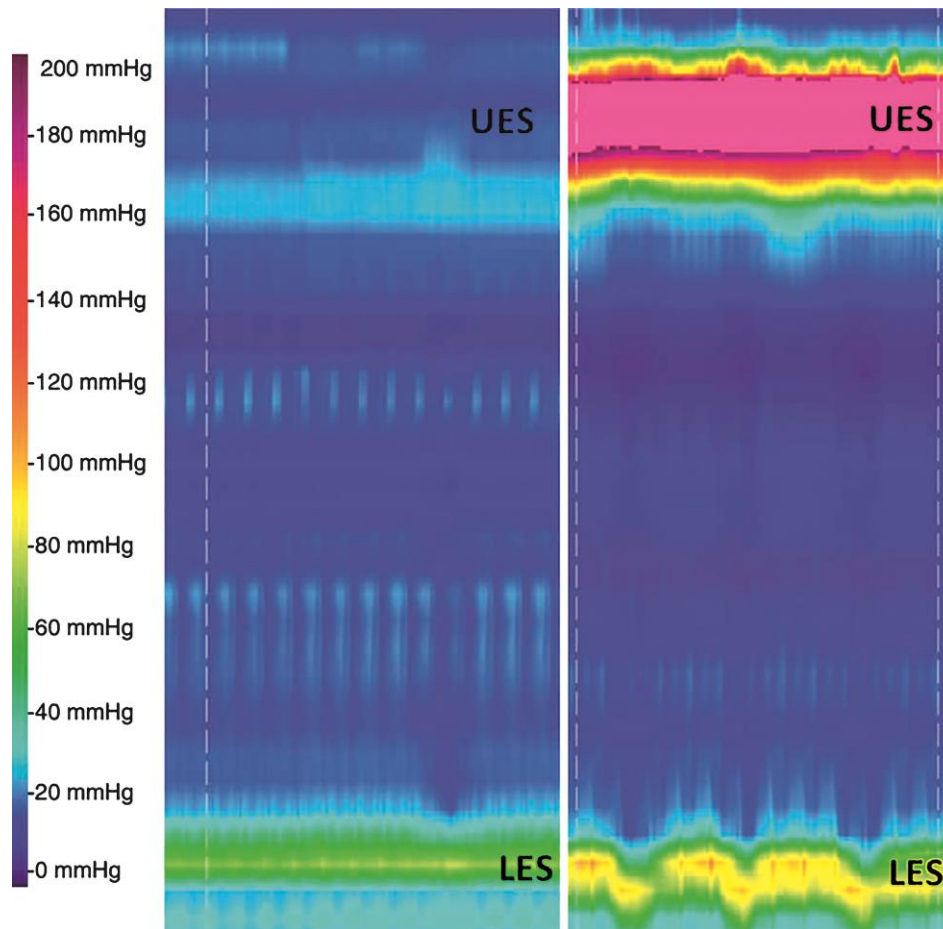
• اسفنکتر فوقانی مری (UES)

اولین landmark مری در حال استراحت، اسفنکتر فوقانی مری (UES) است، یک دریچه‌ی عضلانی که عمدتاً از عضله کریکوفارنژئوس (cricopharyngeus) تشکیل شده است، اما همچنین شامل عضله حلقی تحتانی (inferior pharyngeal) و مری گردنی است. UES با شروع بلع باز می‌شود، اما همچنین می‌تواند به طور متناوب باز شود تا جریان ترانس اسفنکتریک گاز یا مایع برای تهویه مری یا آروغ زدن فراهم شود. عملکرد اولیه‌ی UES جلوگیری از نفخ هوای (air insufflation) در مری هنگام دم، زمانی که فشار داخل قفسه سینه منفی می‌شود، است. همچنین از هیپوفارنکس در برابر حرکت رو به عقب (retrograde) محتویات معده محافظت می‌کند.

UES در مانومتري مری به صورت یک نوار افقی با فشار بالا در پروگزیمال مری دیده می‌شود. با شروع بلع، فشار UES کاهش می‌یابد و به فشار مری نزدیک می‌شود. پس از عبور bolus، فشار UES به حالت اولیه باز می‌گردد. فشار پایین UES (hypotensive UES) را می‌توان در بیماران با پاتولوژی عضله‌ی اسکلتی، از جمله میاستنی گراویس و دیستروفی عضلانی، یا بیماری‌های تخریب‌کننده‌ی عصبی (neurodegenerative) مانند بیماری پارکینسون یا سکته‌ی مغزی مشاهده کرد. علاوه بر این، رادیاسیون سر و گردن می‌تواند باعث افت فشار UES شود.

در مقابل، فشار بالای UES (hypertensive UES) نیز می‌تواند در طول مانومتري مری رخ دهد. این اغلب به دلیل تحریک هیپوفارنکس توسط کاتتر و اضطراب بیمار ایجاد می‌شود. با این حال، چندین تشخیص افتراقی ممکن باید در نظر گرفته شود: کریکوفارنژئال web، bar یا ring پروگزیمال مری، استئوفیت‌های گردنی یا پروتزه‌های فلزی ارتوپدی در گردن، تیرومگالی حجیم، دیورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum).

برای اندازه‌گیری فشار UES، باید حس‌گرهای (sensor) مخصوص تعبیه شود، که دستگاه‌های حاضر به علت عدم تنظیمات، قادر به تعیین فشار UES به صورت دقیق نمی‌باشند. برای اندازه‌گیری فشار UES بهتر است از کاتتر solid-state (با transducerهای داخلی) استفاده شود. روش دیگر، مانومتري water-perfusion با تعبیه‌ی sleeve sensor است.



شکل ۱۱. مانومتري با وضوح بالا (HRM): اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی (LES) مری در حالت استراحت.

سمت چپ: یک UES hypotensive با فشار UES در حال استراحت نزدیک به صفر میلی‌متر جیوه. فشار استراحت LES طبیعی است. بیمار ریسک بالای آسپیراسیون دارد. تشخیص افتراقی شامل اختلالات عضلات اسکلتی، رادیاسیون سر و گردن، سکته‌ی مغزی یا بیماری‌های عصبی مانند بیماری پارکینسون است.

سمت راست: یک UES hypertensive با فشار استراحت بیش از ۲۰۰ میلی‌متر جیوه و فشار استراحت LES طبیعی. شایع‌ترین تشخیص افتراقی برای UES hypertensive، اضطراب و تحریک هیپوفارنکس ناشی از کاتتر مانومتري است. علل نادرتر شامل کریکوفارنژال bar، استئوفیت‌های گردنی، تیرومگالی حجیم، دیورتیکول زنکر و آشالازی کریکوفارنکس است.

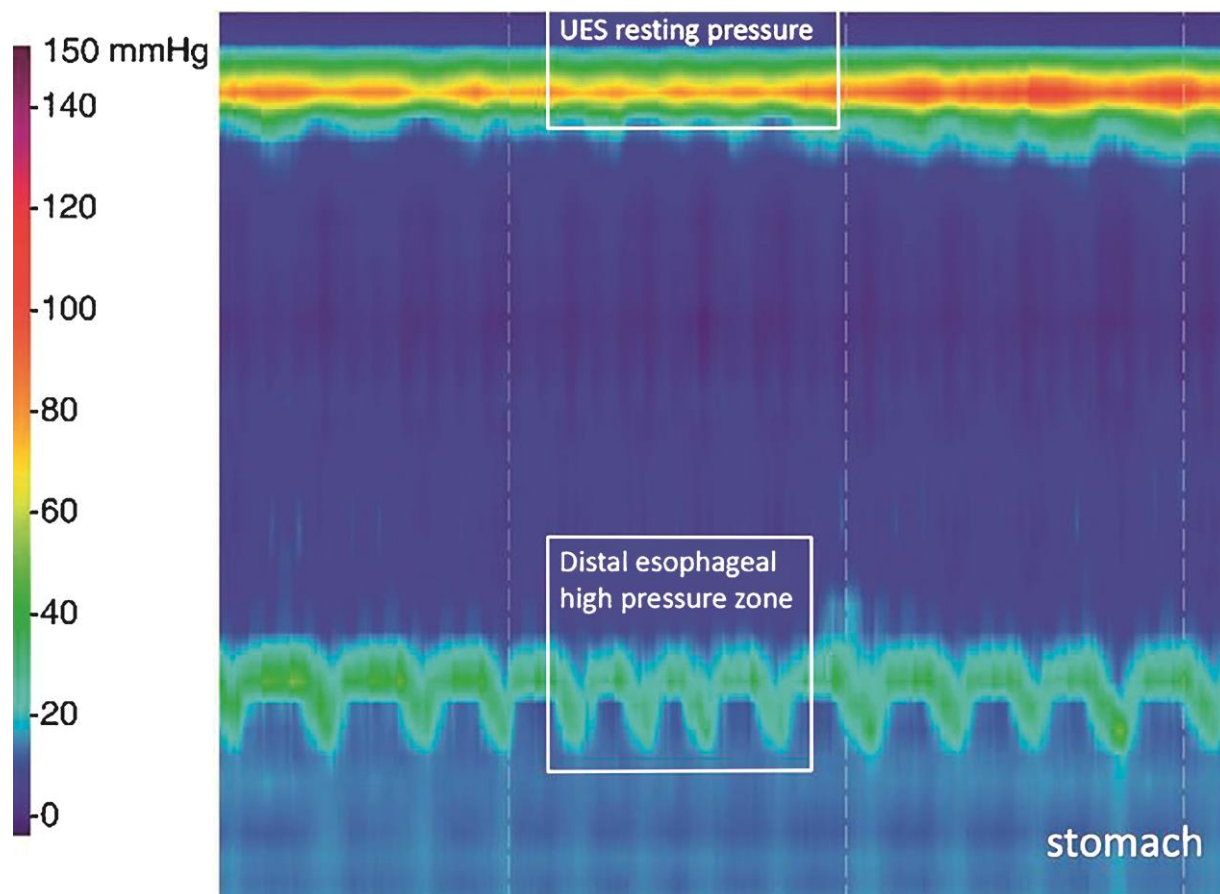
- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

• اسفنکتر تحتانی مری (LES)

نقطه‌ی landmark بعدی مری در حال استراحت، اسفنکتر تحتانی مری (LES) است، یک بخش تخصص‌یافته از circular muscularis propria مری دیستال که ۹۰٪ فشار استراحت را در محل EGJ در افراد عادی ایجاد می‌کند. طول آن معمولاً ۲-۴ سانتی‌متر است. لیگامان phrenoesophageal دیافراگم crural (CD) را در مجاورت محل اتصال مخاطی مری به معده (EGJ) نگه می‌دارد. همراه با دیافراگم crural (CD)، LES یک ناحیه پر فشار در قسمت انتهایی مری ایجاد می‌کند که به عنوان مانعی برای ریفلاکس معده یا صفرا عمل می‌کند. از آنجایی که LES ارتباط نزدیکی با دیافراگم دارد، کانتور (contour) آن با تنفس حرکت می‌کند. در طول دم، دیافراگم صاف می‌شود، بنابراین LES به سمت پایین حرکت می‌کند. در طول بازدم، دیافراگم relax می‌شود و LES به سمت بالا حرکت می‌کند.

در مانومتری مری، LES به عنوان یک ناحیه با فشار بالا تحت انقباض تونیک در دیستال مری دیده می‌شود. در طول تجزیه و تحلیل داده‌های مانومتری مری، مرزهای بالایی و پایینی ناحیه فشار بالا در دیستال مری در مرحله "landmark" مطالعه با قرار دادن نشانگرهای نرم‌افزاری در امتداد حاشیه‌های مناسب برجسته (highlight) می‌شوند. فشار LES نسبت به فشار معده اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین، مارکر فشار معده در یک منطقه "آرام" با کمترین فشار، بدون انقباض و دیستال نسبت به LES قرار می‌گیرد. سپس نرم‌افزار فشار LES را محاسبه می‌کند.



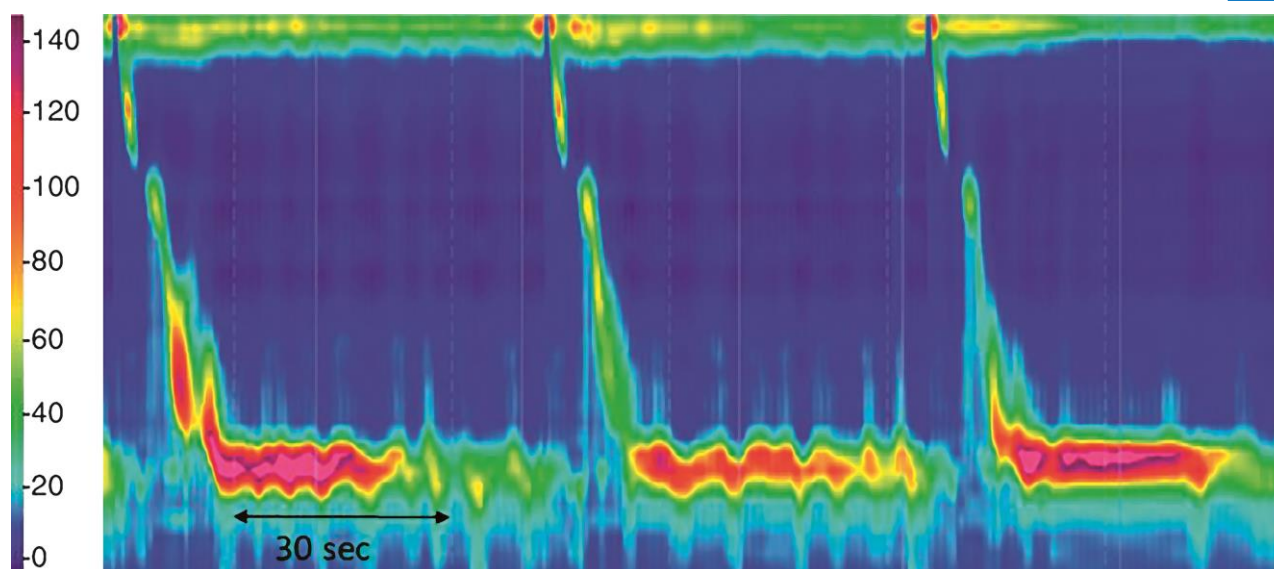
شکل ۱۲. فشارهای استراحت (resting pressure) در مانومتری مری با وضوح بالایی (HRM).

در طول مطالعه، از بیمار خواسته می‌شود که آرام بماند و به مدت ۳۰ ثانیه از بلعیدن خودداری کند تا فشار استراحت UES و ناحیه پرفشار دیستال مری (HPZ، متشکل از LES و دیافراگم crural) بدست آید. این نرم‌افزار فشار LES را نسبت به فشار معده محاسبه می‌کند. بنابراین، نشانگر فشار برای LES باید در ناحیه‌ای با بالاترین فشار در امتداد HPZ قرار گیرد، و نشانگر فشار معده باید در قسمت انتهایی HPZ، در ناحیه‌ای با کمترین فشار قرار گیرد.

فشار پایه‌ی نرمال LES بین ۱۰ تا ۴۵ میلی‌متر جیوه است. LES در پاسخ به شروع بلع relax می‌شود، همزمان با UES relaxation. فشار LES relaxation معمولاً در افراد عادی به فشار معده نزدیک است. پس این اجازه داده می‌شود تا بولوس از LES جلوتر از پریستالسیس مری عبور کند. LES پس از عبور موج پریستالتیک به شدت منقبض می‌شود تا از بازگشت محتویات معده جلوگیری کند.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; HPZ: high-pressure zone; LES: lower esophageal sphincter.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



شکل ۱۳. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): اسپاسم اسفنکتر تحتانی مری (LES).

سه بلع مایع (wet swallow) نشان داده شده است که منجر به پریستالسیس اولیه طبیعی شده است. پس از بلع مایع (wet swallow)، فشار LES افزایش می‌یابد، همانطور که با رنگ قرمز در امتداد ناحیه فشار LES نشان داده می‌شود. اسپاسم تقریباً ۴۰ ثانیه طول می‌کشد. LES به طور معمول relax می‌شود، بنابراین این تصویر HRM معیارهای EGJOO را برآورده نمی‌کند. اهمیت این یافته نامشخص است، اما هنگامی که مشاهده می‌شود، بلع‌های مایع (wet swallow) باید از هم فاصله بگیرند تا از افزایش کاذب IRP جلوگیری شود.

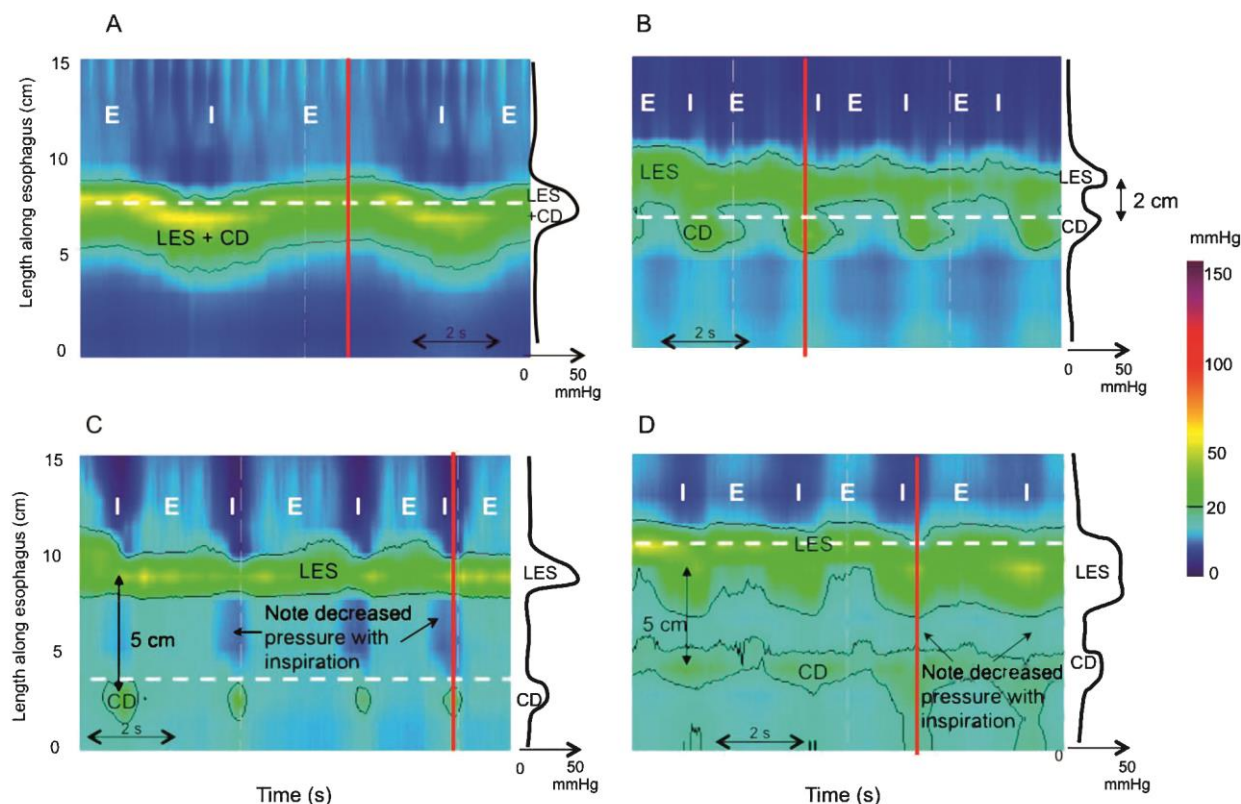
- HRM: high-resolution manometry; sec: second; LES: lower esophageal sphincter; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; IRP: integrated relaxation pressure.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

• اتصال مری به معده (EGJ)

اگرچه مورفولوژی EGJ، یک معیار تعیین‌کننده برای هیچ یک از اختلالات حرکتی مری نیست، تعیین وجود هرنی هیاتال یک یافته‌ی بالینی مهم است. هرنی هیاتال ممکن است باعث شود که کاتتر مانومتر وارد فضای داخل شکمی نشود و در نتیجه، نتایج مانومتری اشتباه باشد. EGJ در معرض تنوع مورفولوژیکی قابل توجهی در نمودارهای EPT است، که عمدتاً به دلیل شلی (laxity) بالقوه در اتصال بین اسفنکتر تحتانی مری (LES) و دیافراگم crural (CD) است:

- تیپ ۱: با یک EGJ کاملاً طبیعی، دیافراگم crural (CD) مستقیماً بر روی LES قرار می‌گیرد و تشخیص دیافراگم crural (CD) را تنها بر اساس انقباض دمی (inspiration contraction) آن ممکن می‌سازد.
- تیپ ۲: با جدایی جزئی (۱-۲ سانتی‌متر) و عدم تطابق بین LES و دیافراگم crural (CD) مشخص می‌شود. وجود یا عدم وجود هرنی هیاتوس نامشخص است.
- در هرنی هیاتال، جدایی کامل (≤ 2 سانتی‌متر) بین LES و دیافراگم crural (CD) وجود دارد که امکان ارزیابی مستقل هر یک از اجزا را فراهم می‌کند. توجه داشته باشید که نقطه وارونگی تنفسی (RIP) در چنین مواردی می‌تواند در بالای دیافراگم crural (CD) یا LES قرار گیرد.



شکل ۱۴. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): انواع اتصال مری به معده (EGJ).

برای هر پانل، نمودار تغییرات فشار فضایی لحظه‌ای (instantaneous spatial pressure variation plot) مربوط به خط قرمز در نمودار توپوگرافی فشار، با خط مشکی در سمت راست نشان داده شده است.

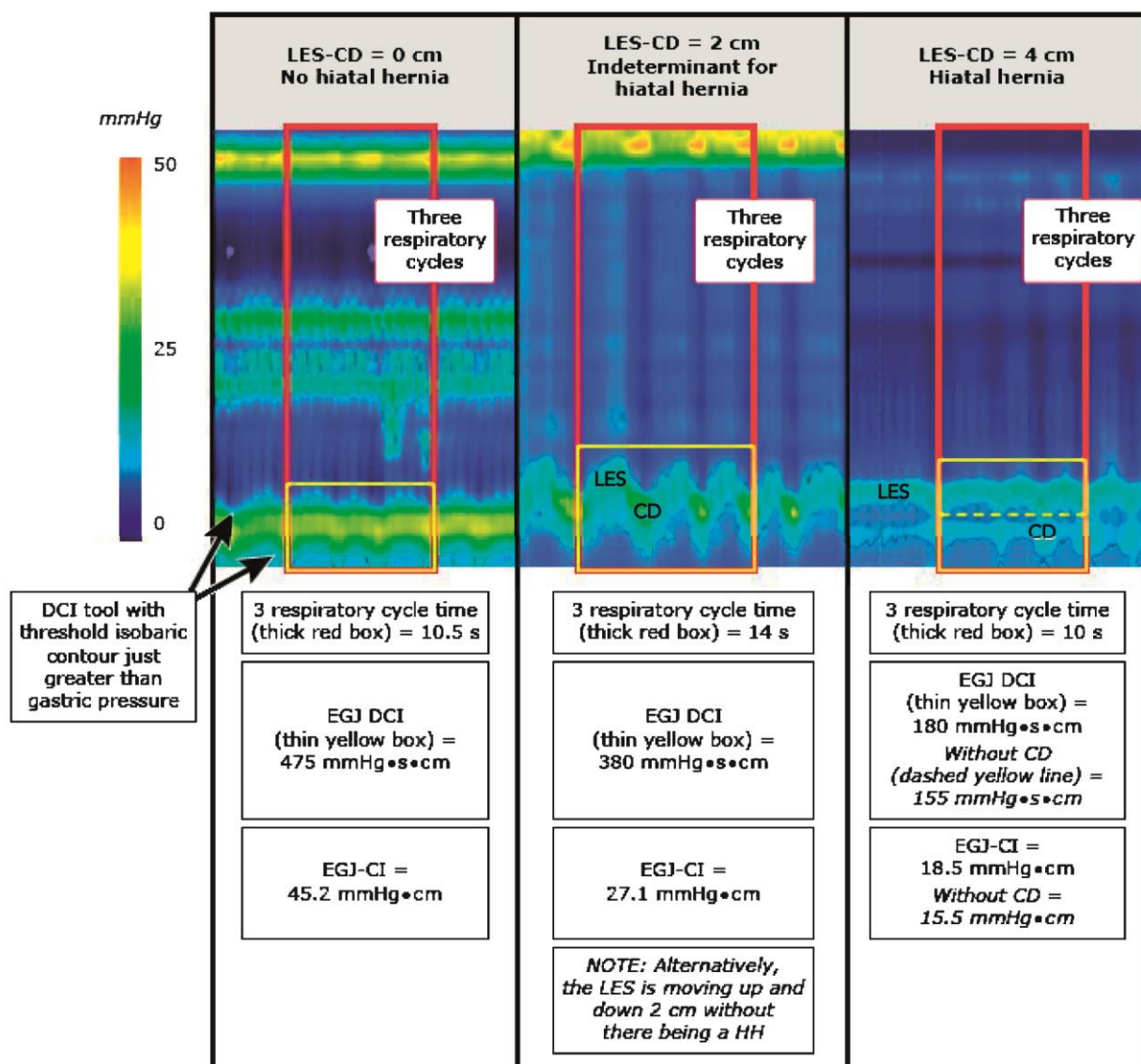
دو جزء اصلی EGJ، LES و CD هستند، که در EGJ نوع I (پانل A) روی هم قرار می‌گیرند و نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقل اندازه‌گیری کرد. RIP، که با خط چین افقی سفید نشان داده شده است، در نزدیکی حاشیه پروگزیمال EGJ قرار دارد. فشار EGJ در طول دم (I)، افزایش و طول بازدم (E) کاهش می‌یابد.

مورفولوژی فشار EGJ نوع II در پانل B نشان داده شده است (فاصله LES و EGJ کمتر از ۲ سانتی‌متر). به دو قله در نمودار تغییرات فشار فضایی لحظه‌ای (instantaneous spatial pressure variation plot) توجه کنید. فشار بین قله‌ها بیشتر از فشار داخل معده است. RIP در سطح CD است.

پانل‌های C و D با مورفولوژی فشار EGJ نوع III را نشان می‌دهند (فاصله LES و EGJ بیشتر از ۲ سانتی‌متر) که با وجود دو قله از نمودار تغییرات فشار فضایی لحظه‌ای (instantaneous spatial pressure variation plot) با فشار بین قله‌ها برابر یا کمتر از فشار داخل معده مشخص می‌شود. RIP در نوع IIIa در سطح CD (پانل C) است، در حالی که در نوع IIIb در سطح LES (پانل D) قرار دارد.

- HRM: high-resolution manometry; EGJ: esophagogastric junction; E: expiration; I: inspiration; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm; cm: centimeter; sec: second; mmHg: millimeter of mercury; RIP: respiratory inversion point.

- Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al, and The International High Resolution Manometry Working Group. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. Neurogastroenterol Motil 2015; 27:160.



شکل ۱۵. انتگرال انقباضی اتصال مری-معده (EGJ-CI) در مانومتری با وضوح بالا (HRM).

انتگرال انقباضی EGJ (EGJ-CI)، قدرت EGJ barrier را با استفاده از یک نرم‌افزار اندازه‌گیری می‌کند که طول و قدرت EGJ بالای gastric baseline را در بر می‌گیرد. اندازه‌گیری در طول سه چرخه تنفسی در طول استراحت انجام می‌شود و طبق مدت تنفس تصحیح می‌شود. سه نمونه از LES-crural diaphragm separation نشان داده شده است.

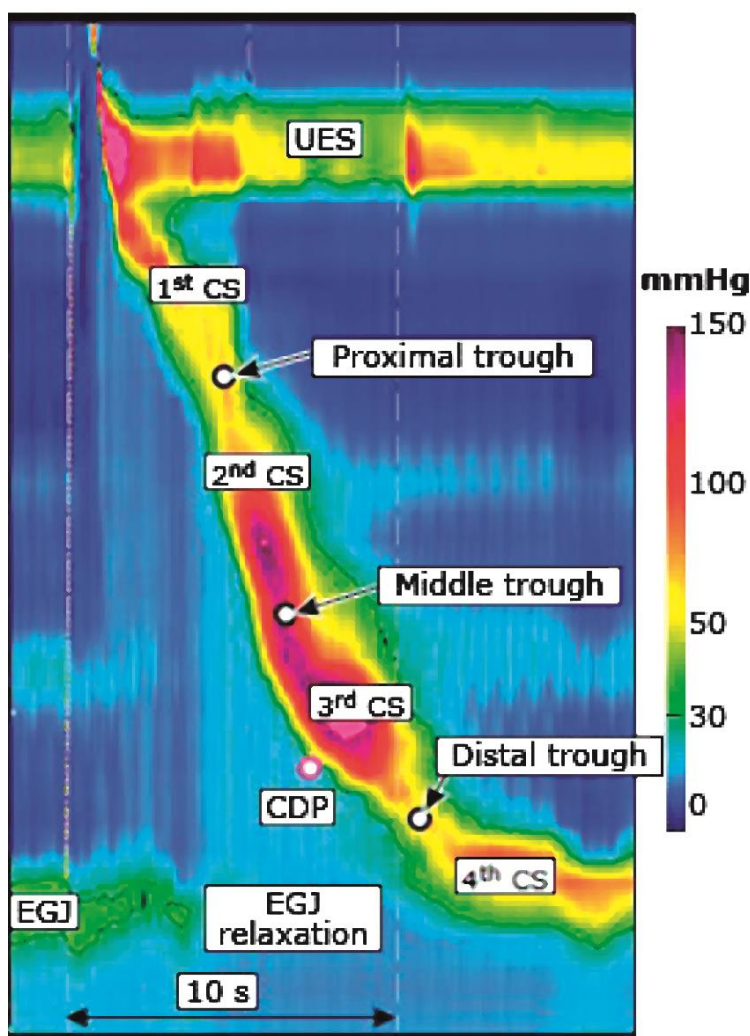
- EGJ-CI: esophagogastric junction-contraction integral; HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm; cm: centimeter; sec: second; DCI: distal contraction integral; HH: hiatal hernia.

■ Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

۴-۱-۲. سگمان‌های انقباضی (Contractile segments)

پریستالسیس مری شامل یک توالی پیشرونده از انقباضات سگمنتال است. سگمان‌های انقباضی به ۴ قسمت تقسیم می‌شود. سگمان‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴، به ترتیب فشار پروگزیمال مری، فشار قسمت میانی مری، فشار دیستال مری و فشار LES را نشان می‌دهند. این سگمان‌ها یک نامگذاری قراردادی است.

High resolution manometry plotted in esophageal pressure topography



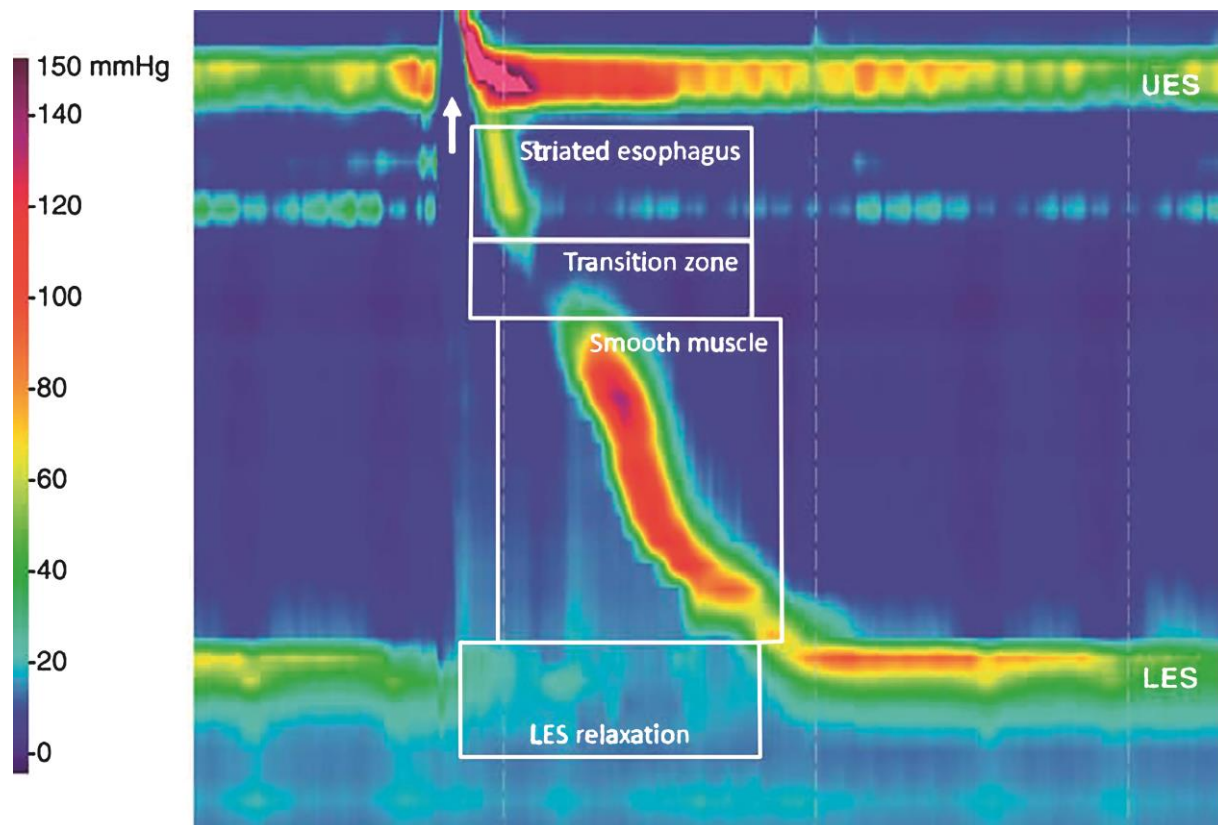
شکل ۱۶. سگمان‌های انقباضی (Contractile segments) مانومتری با وضوح بالا (HRM).

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; CS: contractile segment; CDP: contractile deceleration point; EGJ: esophagogastric junction; s: second.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

۳-۱-۴. ناحیه انتقال (Transition zone)

منطقه انتقال (transition zone) یک شکاف کوچک از فشار کم بین مری مخطط پروگزیمال و دو سوم دیستال بدنه‌ی مری است که از ماهیچه‌های صاف تشکیل شده است، اعتقاد بر این است که ناحیه‌ای از انقباض سگمنتال است که برای پاکسازی کامل بولوس به انقباضات هماهنگ امواج فوقانی و تحتانی مری نیاز دارد. با این حال، نقش فیزیولوژیکی دقیق آن نامشخص است. مطالعات فیزیولوژیک به این نتیجه رسیده‌اند که این منطقه انتقال کنترل پریستالسیس از سیستم عصبی مرکزی (CNS) به سیستم عصبی روده‌ای (شبکه میاتریک) است. نقص ناحیه انتقال ممکن است در درصد کمی از بیماران (کمتر از ۴٪) با دیسفاژی مرتبط باشد.



شکل ۱۷. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) در یک بلع مایع (wet swallow) طبیعی.

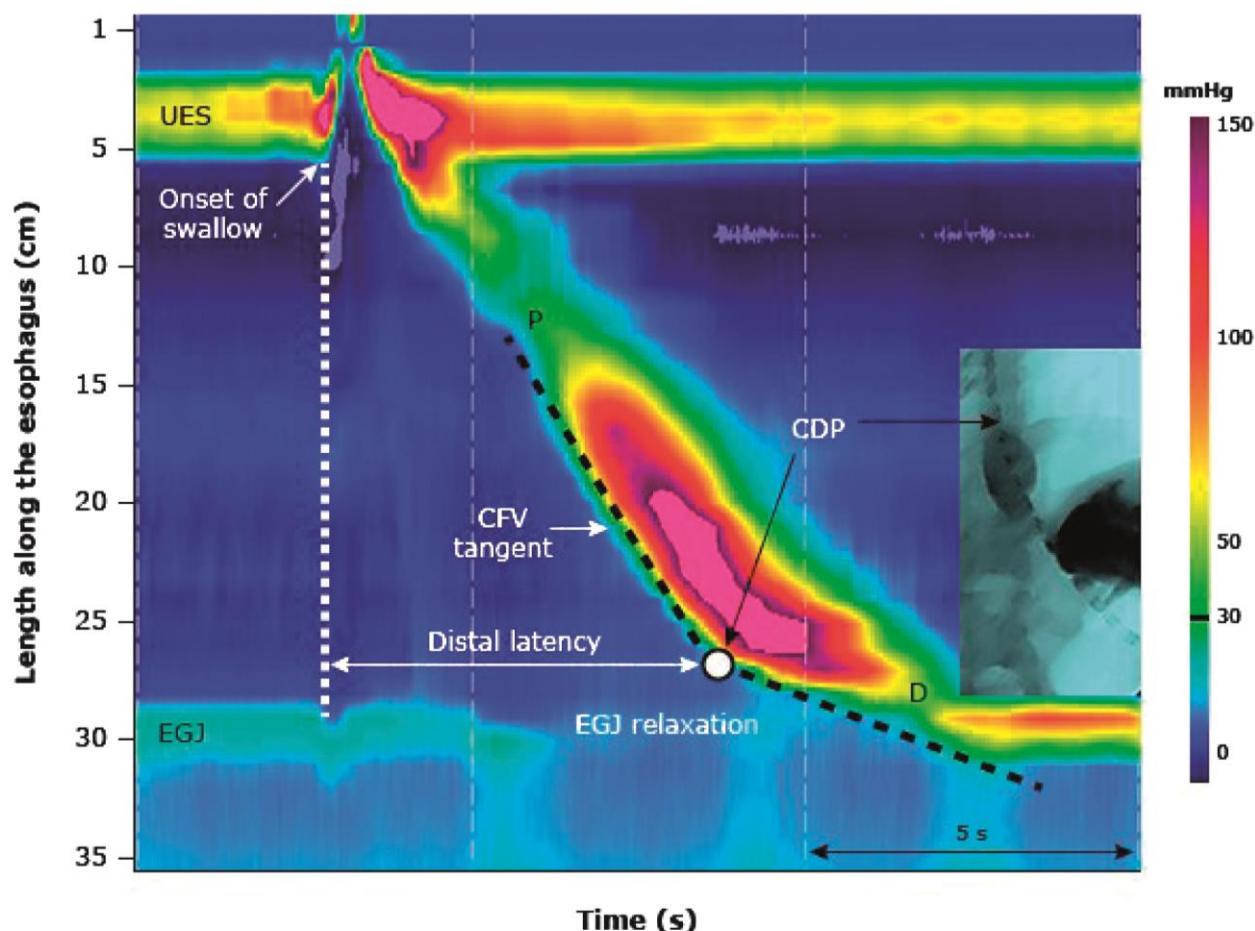
در این HRM، دو بخش انقباضی مری برجسته می‌شوند. با شروع بلع مایع (wet swallow)، اسفنکتر فوقانی مری relax می‌شود (پیکان)، و انقباض اولیه‌ی پریستالتیک رخ می‌دهد. همچنین شروع LES relaxation با شروع بلع مایع (wet swallow) همزمان است.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.
- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۴-۱-۴. نقطه‌ی کاهش سرعت انقباض [Contractile deceleration point (CDP)]

سرعت انتقال (conduction velocity)، یکی از ویژگی‌های انقباض مری است که در EPT با شیب ۳۰ میلی‌متر جیوه isobaric contour اندازه‌گیری می‌شود. سرعت انتقال (conduction velocity) در طول مری ثابت نیست و در ناحیه پروگزیمال نسبت به دیستال سریعتر است.

CDP، نقطه کاهش سرعت انقباض ناحیه‌ی پروگزیمال را مشخص می‌کند که در آن سرعت انتقال (پریستالتیک) از ناحیه دیستال که انتشار آهسته است، سریعتر است. مکان CDP در نمودارهای EPT، با نقطه تقاطع بین دو خط مماس از contour ایزوباریک ۳۰ میلی‌متر جیوه تعیین می‌شود: یکی از transition zone به سمت دیستال امتداد می‌یابد و دیگری از EGJ به سمت پروگزیمال گسترش می‌یابد (زمانی که post-deglutitive position طبیعی حاصل شد). گاهی تعیین CDP با تغییرات سرعت امکان‌پذیر نمی‌باشد، در این حالت، CDP در ۳ سانتی‌متری از حاشیه پروگزیمال EGJ قرار می‌گیرد. کاربرد CDP، تعیین تأخیر دیستال (distal latency) است که توضیح داده خواهد شد.



شکل ۱۸. لوکالیزاسیون CDP و اندازه‌گیری DL در مانومتری با وضوح بالا (HRM).

از نظر فیزیولوژیکی، CDP نقطه عطفی در دیستال مری است که در آن انتقال بولوس از پریستالسیس به آمپول فرنیک globular منتقل می‌شود. در نمودار توپوگرافی فشار، CDP با نقطه تقاطع بین دو خط مماس از contour ایزوباریک ۳۰ میلی‌متر جیوه (خط سیاه) تعیین می‌شود: یکی از transition zone به سمت دیستال امتداد می‌یابد و دیگری از EGJ به سمت پروگزیمال گسترش می‌یابد. توجه داشته باشید که برای مرحله اولیه انقباض (پریستالسیس)، شیب مماس CFV است، که نشان دهنده سرعت انتشار (propagation velocity) پریستالسیس است. DL، معیاری برای اینکه آیا انقباض دیستال مری به موقع یا زودرس (premature) است یا نه، به عنوان فاصله بین UES relaxation و CDP اندازه‌گیری می‌شود (حداقل میزان طبیعی ۴/۵ ثانیه است).

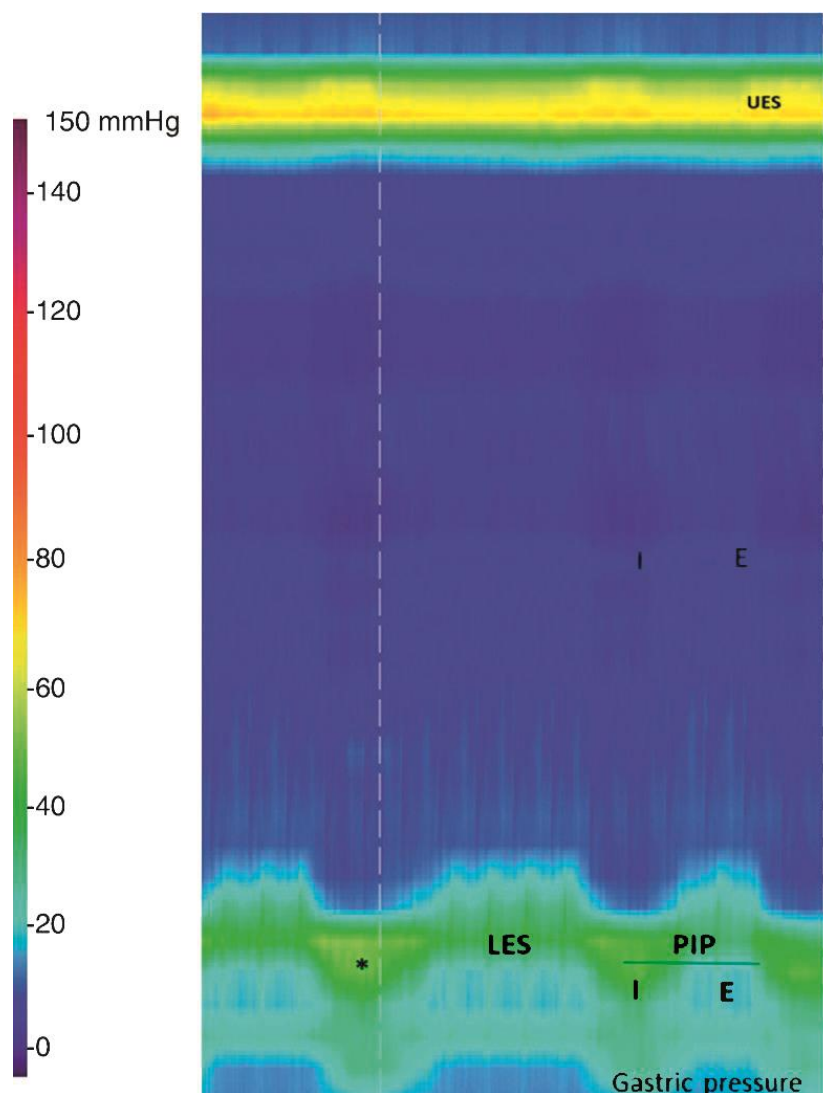
- HRM: high-resolution manometry; CDP: contractile deceleration point; DL: distal latency; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; CFV: contractile front velocity; EGJ: esophagogastric junction; s: second.

■ Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

۴-۱-۵. نقطه‌ی وارونگی فشار (Pressure inversion point; PIP)

در مانومتری مری، تغییرات فشار در حفره‌های قفسه سینه و شکم در طول سیکل‌های تنفسی به راحتی قابل تشخیص است. در حفره قفسه سینه، فشار در هنگام دم منفی و در هنگام بازدم مثبت می‌شود. الگوی فشار در حفره‌ی داخل شکمی وارونه‌ی قفسه سینه است. این دو حفره توسط دیافراگم از هم جدا می‌شوند. نقطه وارونگی فشار (PIP) نقطه عطفی است که در آن الگوهای فشار بالا و پایین مخالف یکدیگر هستند. این نقطه اغلب منطبق بر دیافراگم crural (CD) است که با دم عمیق به راحتی قابل درک است.

در مانومتری مری در افراد طبیعی، LES و دیافراگم crural (CD) در کنار هم قرار دارند. بنابراین، PIP در امتداد ناحیه‌ای با فشار بالا است که از هر دو قسمت LES و دیافراگم crural (CD) تشکیل شده است. با این حال، در زیرگروه‌های مختلف EGJ، نشانه‌های PIP می‌توانند متفاوت باشند، همانطور که در ادامه توضیح داده خواهد شد. به عنوان مثال، در بیماران مبتلا به هرنی هیاتال sliding، LES و دیافراگم crural (CD) از یکدیگر جدا می‌شوند و LES به داخل حفره قفسه سینه و PIP در امتداد دیافراگم crural (CD) جابجا می‌شوند. در مانومتری، اندازه‌ی هرنی هیاتال را می‌توان با ارزیابی فاصله بین PIP و LES به دقت ارزیابی کرد.



شکل ۱۹. مانومتری با وضوح بالا مری (HRM) در حالت استراحت: نقطه وارونگی فشار (PIP).

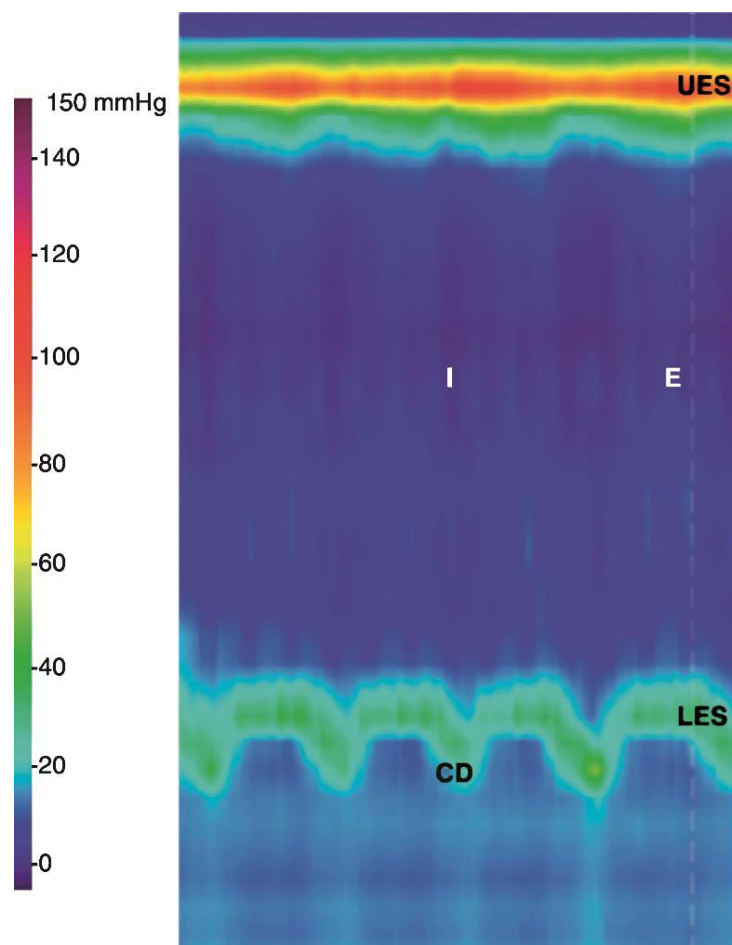
UES به عنوان یک نوار افقی فشار در پروگزیمال و LES در قسمت دیستال دیده می‌شود. در محل EGJ، LES و دیافراگم (CD) معمولاً در کنار هم قرار می‌گیرند و یک ناحیه با فشار بالا ایجاد می‌کنند. الگوی تغییرات فشار تنفسی بین حفره‌های سینه و شکم متفاوت است. در حفره‌ی قفسه سینه (یعنی بدنه‌ی مری)، فشار در طول دم منفی‌تر (آبی تیره‌تر) و با بازدم مثبت‌تر (آبی روشن‌تر) می‌شود. در حفره‌ی شکمی، چرخه معکوس می‌شود و فشار با دم به دلیل صاف شدن و انقباض (ستاره) دیافراگم مثبت‌تر می‌شود و در بازدم منفی‌تر می‌شود. این اصل را می‌توان در طول HRM استفاده کرد تا اطمینان حاصل شود که کاتتر از دیافراگم به داخل معده عبور کرده است. همانطور که در بالا توضیح داده شد، نقطه وارونگی فشار (PIP) نقطه عطفی است که در آن تغییرات تنفسی در چرخه‌ی فشار معکوس می‌شود. با پیروی از الگوی بالا، PIP در این مثال در امتداد LES قرار دارد.

- HRM: high-resolution manometry; PIP: pressure inversion point; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; I: inspiration; E: expiration; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۴-۱-۶. تغییرات تنفسی در بدنه‌ی مری

همانطور که قبلاً برای شناسایی PIP بحث شد، بدنه‌ی مری در حفره‌ی قفسه سینه قرار دارد. بنابراین، تغییر فشار که در مانومتري مری با وضوح بالا (HRM) مشاهده می‌شود، الگوی فشار در حفره‌ی سینه را منعکس می‌کند. با دم، فشار منفی می‌شود و در نمودار رنگ فشار (pressure color plot)، آبی تیره ظاهر می‌شود. در طول بازدم، فشار حفره‌ی قفسه سینه مثبت می‌شود و به صورت رنگ گرمتر ظاهر می‌شود. در طول دم، انقباض دیافراگم crural به راحتی قابل مشاهده است.



شکل ۲۰. مانومتري مری با وضوح بالا (HRM) در حال استراحت با تغییرات فشار تنفسی در مری Thoracic.

در طول دم (I)، فشار داخل قفسه سینه کاهش می‌یابد، همانطور که با رنگ سردتر در توپوگرافی فشار مشاهده می‌شود. با بازدم (E)، فشار افزایش می‌یابد. همچنین دم با انقباض CD همزمان است. تغییرات تنفسی در مورفولوژی ناحیه‌ی پرفشار دیستال مری، متشکل از LES و CD، مشهود است.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; I: inspiration; E: expiration; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm.

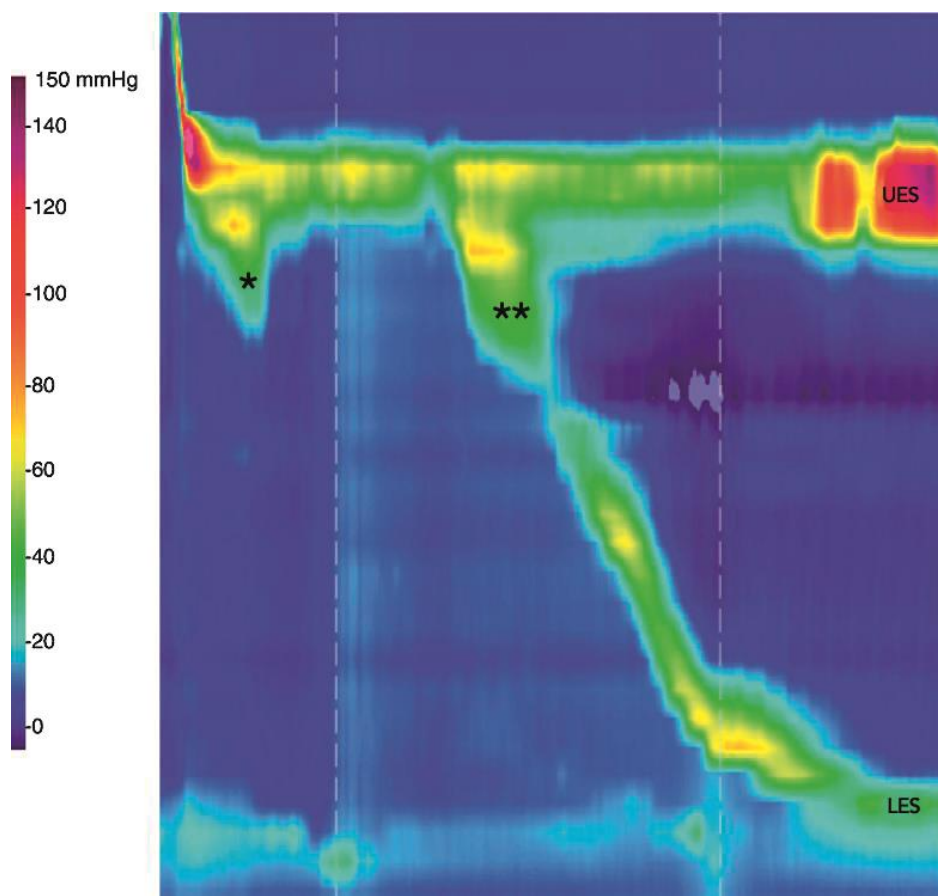
- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۴-۱-۷. پرستالسیس (Peristalsis)

وظیفه‌ی اصلی مری رساندن بولوس غذا از حفره دهان به معده است. انتقال طبیعی بولوس غذا مستلزم انقباض هماهنگ و متوالی در طول مری است. انقباضات معمولی مری، پرستالسیس اولیه (primary peristalsis) نامیده می‌شود. در مانومتری مری، پرستالسیس اولیه قبل از باز شدن UES با شروع یک بلع مایع (wet swallow)، به صورت یک نوار فشار مورب (diagonal pressure band) دیده می‌شود.

پرستالسیس ثانویه (secondary peristalsis) به عنوان یک رفلکس housekeeping رخ می‌دهد. هنگامی که پرستالسیس اولیه با شکست مواجه می‌شود، این پرستالسیس ثانویه است که در مری پروگزیمال، بدون UES relaxation قبلی (یعنی بدون بلع) آغاز می‌شود. در افراد عادی، یک نوار فشار مورب (diagonal pressure band) ایجاد می‌کند که تمام طول مری را طی می‌کند.

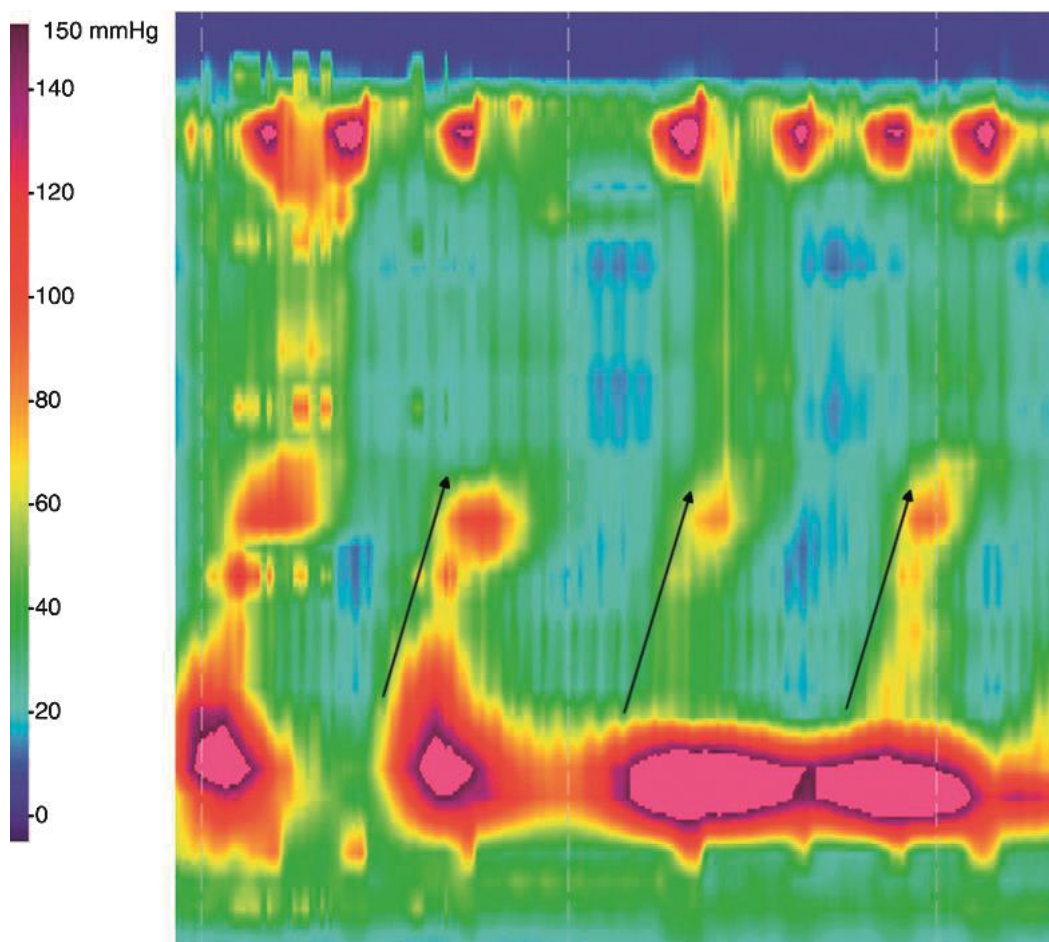
امواج ثالثیه (tertiary waves) که انقباضات همزمان و غیر پرستالتیک هستند، می‌توانند در افراد عادی و همچنین در افراد مبتلا به اختلال حرکتی مری رخ دهند. اهمیت امواج سوم شناخته شده نیست.



شکل ۲۱. مانومتري مری با وضوح بالا (HRM): پرېستالسیس ثانویه (Secondary peristalsis).

این بلع مایع (wet swallow) منجر به پرېستالسیس اولیه‌ی مری در مری با عضله صاف (smooth muscle esophagus) نمی‌شود. شروع انقباضات پرېستالتیک در مری مخطط (striated esophagus) دست نخورده است (*). اما یک پرېستالسیس ثانویه‌ی بعدی وجود دارد که بلافاصله قبل از UES relaxation (**) نیست. UES با فشار بالاتر و بصورت مداوم (رنگ‌های قرمز) بسته باقی می‌ماند. این یک مکانیسم "housekeeping" برای پاکسازی مری از هرگونه بولوس باقیمانده است.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.
- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



شکل ۲۲. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): انقباض ثالثیه (Tertiary contraction).

انقباضات ثالثیه، انقباضات غیرطبیعی و رو به عقب (retrograde) هستند که در دیستال مری (فلش‌های سیاه) مشاهده می‌شوند. به نظر می‌رسد LES فشار بالا (hypertensive) داشته باشد. این انقباضات مری ممکن است در افراد مبتلا به آسالاژی نوع III دیده شود.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; LES: lower esophageal sphincter.
- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۴-۱-۸. فشار بولوس (Bolus pressure)

فشار طبیعی بولوس، که توسط انتقال بولوس از طریق مری ایجاد می‌شود، کمتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه است، که می‌توان آن را با تنظیم فشار ایزوباریک روی حداقل ۳۰ میلی‌متر جیوه مشخص کرد. هر گونه افزایش فشار داخل بولوس بیش از ۳۰ میلی‌متر جیوه غیرطبیعی در نظر گرفته می‌شود که pressurization تعریف می‌شود.

۴-۱-۹. فشار معده (Gastric pressure)

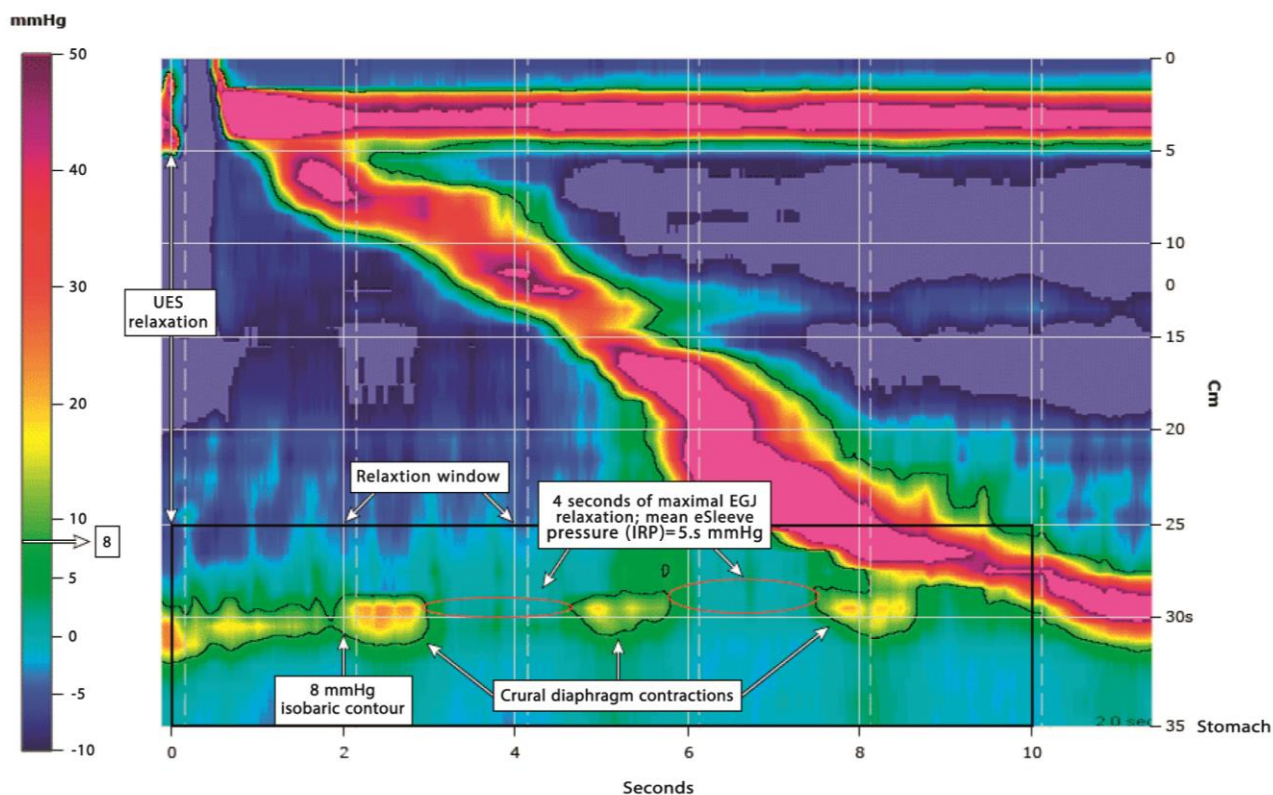
فشار طبیعی معده تقریباً ۱۰ میلی‌متر جیوه است. در طول آنالیز مطالعه‌ی مانومتری مری، فشار معده در ناحیه‌ای بدون انقباض، دیستال به LES تنظیم می‌شود. فشار LES نسبت به فشار معده محاسبه می‌شود. بنابراین، اگر فشار معده به طور کاذب افزایش یابد (مثل فردی با چاقی شکمی)، ممکن است فشار LES پایه‌ی واقعی به طور کاذب کم تخمین زده شود.

۴-۲. معیارهای EPT برای اختلالات حرکتی

۴-۲-۱. Integrated relaxation pressure (IRP)

IRP معیاری برای ارزیابی کفایت EGJ relaxation با بلع است. IRP به عنوان میانگین حداقل فشار EGJ برای چهار ثانیه relaxation (پیوسته یا ناپیوسته) در عرض ۱۰ ثانیه پس از بلع (UES relaxation) در نظر گرفته می‌شود. IRP یک اندازه‌گیری پیچیده است، زیرا شامل این موارد می‌شود: localization حاشیه‌های EGJ، مشخص کردن پنجره‌ی زمانی پس از UES relaxation که در آن EGJ relaxation رخ می‌دهد، اندازه‌گیری e-sleeve در جعبه زمانی ۱۰ ثانیه‌ای، و سپس تعیین چهار ثانیه‌ای که در طی آن مقدار e-sleeve کمترین بوده است. IRP میانگین فشار در طول این چهار ثانیه است.

حداکثر میزان طبیعی IRP برای دستگاه‌های مانومتری مختلف (انواع sensor و arrays)، متفاوت است. حداکثر میزان طبیعی برای IRP می‌تواند تا ۱۰ میلی‌متر جیوه یا تا ۲۲ میلی‌متر جیوه باشد. شل نشدن LES به دنبال بلع، مهم‌ترین ناهنجاری حرکتی مری است، که بطور تیپیک در آشالازی و EGGO دیده می‌شود.



شکل ۲۳. اندازه‌گیری IRP در مانومتري با وضوح بالا (HRM).

IRP یک اندازه‌گیری پیچیده است، زیرا شامل این موارد می‌شود: localization حاشیه‌های EGJ، مشخص کردن پنجره‌ی زمانی پس از UES relaxation که در آن EGJ relaxation رخ می‌دهد، اندازه‌گیری e-sleeve در جعبه‌ی زمانی ۱۰ ثانیه‌ای و سپس تعیین چهار ثانیه‌ای که در طی آن مقدار e-sleeve کمترین بوده است. IRP میانگین فشار در طول این چهار ثانیه است. در این مثال، خط سیاه ضخیم، contour ایزوباریک ۸ میلی‌متر جیوه است که ۴ ثانیه حداکثر EGJ relaxation را جدا می‌کند، که توسط یک انقباض crural قطع می‌شود. مقدار IRP (۵/۳ میلی‌متر جیوه) میانگین فشار e-sleeve در طول دو بازه زمانی محدود شده با بیضی‌ها است.

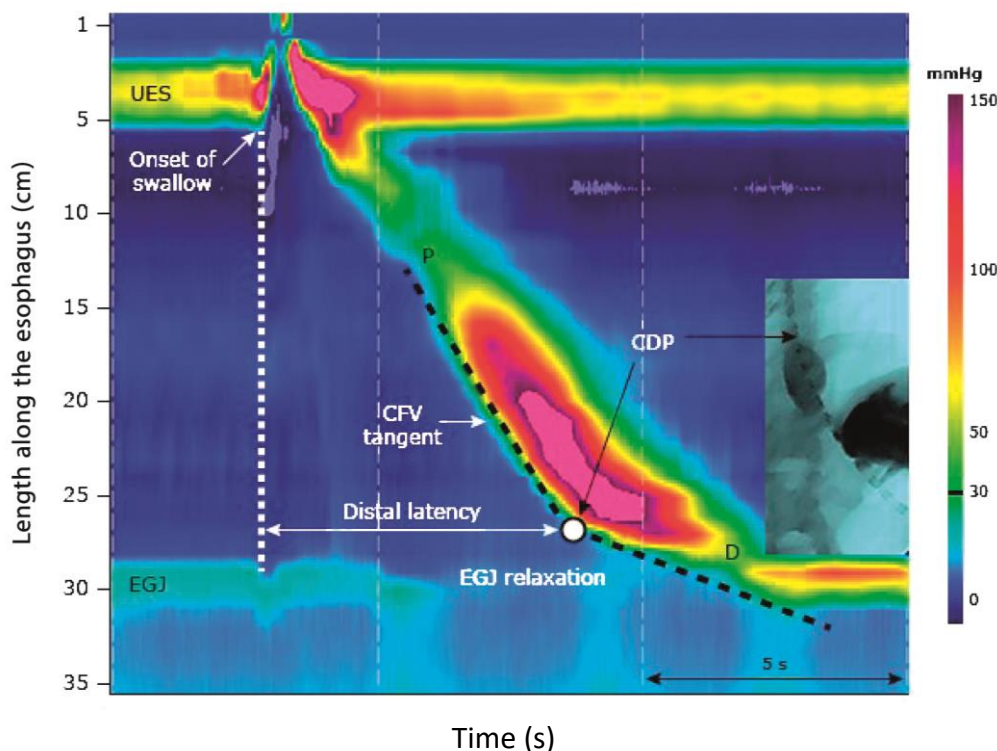
- HRM: high-resolution manometry; IRP: integrated relaxation pressure; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; sec: second.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

۴-۲-۲. تأخیر دیستال [Distal latency (DL)]

تأخیر دیستال (DL) معیاری برای زمان‌بندی پریستالتیک است و به جای سرعت پریستالتیک (peristaltic velocity)، به یکپارچگی مهار بلع (integrity of deglutitive inhibition) وابسته است. DL به عنوان فاصله بین UES relaxation و CDP در نظر گرفته شده است.

بر اساس DL، انقباضات به عنوان زودرس (premature) یا با تأخیر نرمال (normal latency) شناخته می‌شوند. در افراد عادی، DL میانه ۶/۲ ثانیه با حداقل مقدار ۴/۶ ثانیه است، بنابراین ۴/۵ ثانیه به عنوان حد پایین نرمال تعیین می‌شود. در موارد افزایش فشار intrabolus، که در آن لقمه بلعیده شده بین انقباض دیستال مری و EGJ محبوس می‌شود، DL باید در فشار IBC بیش از فشار EGJ تعیین شود تا compartmentalized pressurization مری با انقباض محو کننده لومن (lumen-obliterating contraction) اشتباه گرفته نشود.

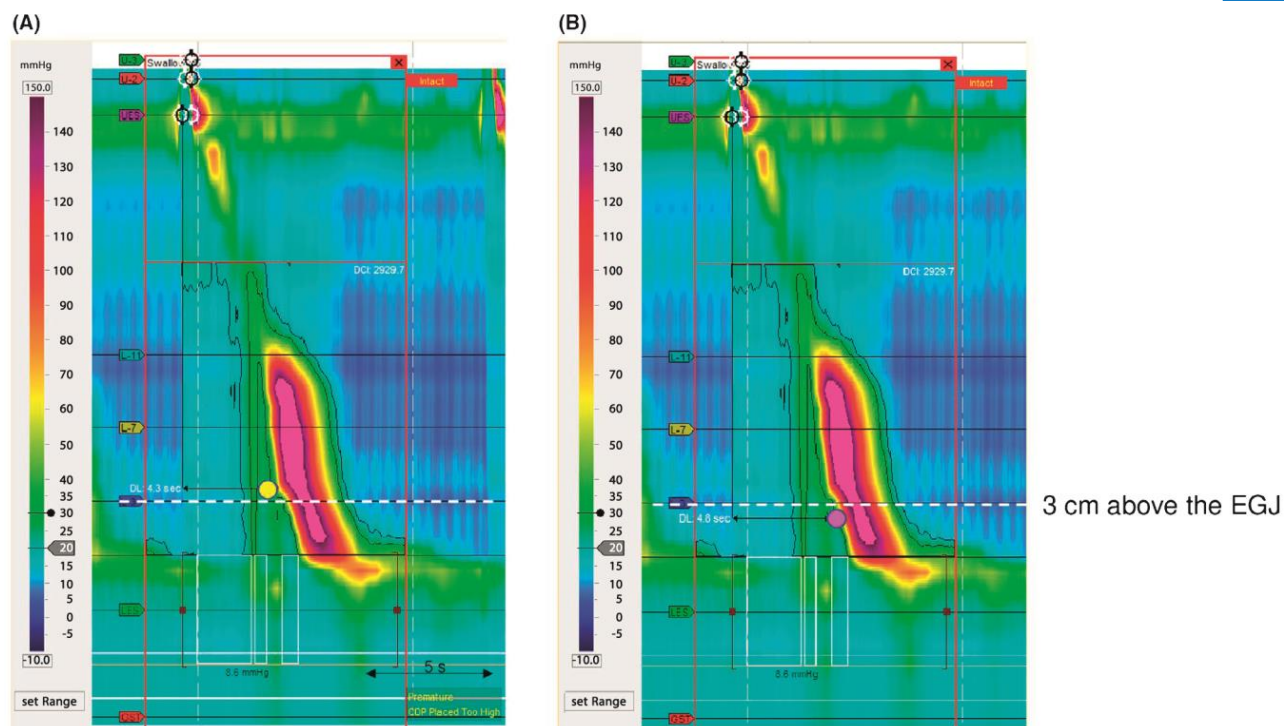


شکل ۲۴. لوکالیزاسیون CDP و اندازه‌گیری DL در مانومتری با وضوح بالا (HRM).

از نظر فیزیولوژیکی، CDP نقطه عطفی در دیستال مری است که در آن انتقال بولوس از پریستالسیس به آمپول فرنیک globular منتقل می‌شود. در نمودار توپوگرافی فشار، CDP با نقطه تقاطع بین دو خط مماس از contour ایزوباریک ۳۰ میلی‌متر جیوه (خط سیاه) تعیین می‌شود: یکی از transition zone به سمت دیستال امتداد می‌یابد و دیگری از EGJ به سمت پروگزیمال گسترش می‌یابد. توجه داشته باشید که برای مرحله اولیه انقباض (پریستالسیس)، شیب مماس CFV است، که نشان دهنده سرعت انتشار (propagation velocity) پریستالسیس است. DL، معیاری برای اینکه آیا انقباض دیستال مری به موقع یا زودرس (premature) است یا نه، به عنوان فاصله بین UES relaxation و CDP اندازه‌گیری می‌شود (حداقل میزان طبیعی ۴/۵ ثانیه است).

- HRM: high-resolution manometry; CDP: contractile deceleration point; DL: distal latency; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; CFV: contractile front velocity; EGJ: esophagogastric junction; s: second.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).



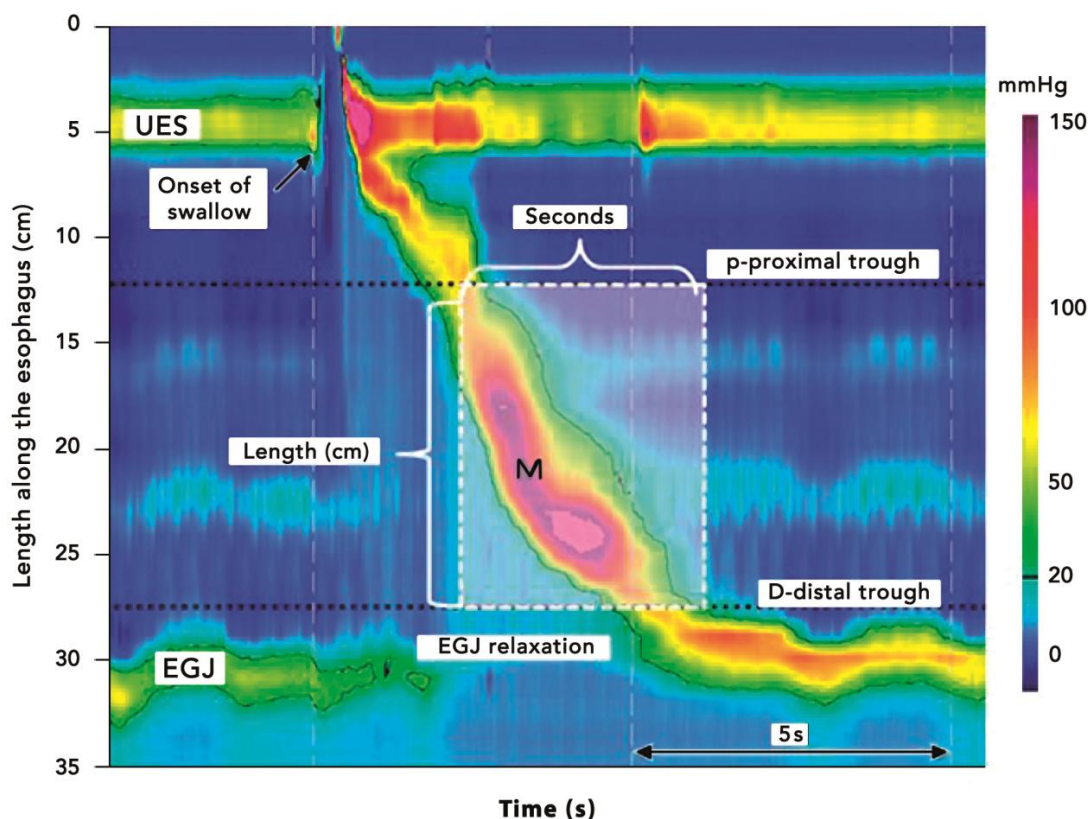
شکل ۲۵. مانومتری با وضوح بالا (HRM): نقطه‌ی کاهش سرعت انقباض (CDP) و تأخیر دیستال (DL).

نقطه کاهش سرعت انقباض (CDP) در ۲ تا ۳ سانتی‌متری بالای EGJ قرار دارد. CDP (نقطه زرد، پانل A) خیلی بالا قرار دارد (بالتر از خط سفید نقطه‌چین که نشان دهنده‌ی خط ۳ سانتی‌متر بالای EGJ است) که منجر به تأخیر دیستال (DL) ۴/۳ ثانیه‌ای می‌شود. قرار دادن صحیح CDP (نقطه صورتی در پانل B) منجر به تأخیر نرمال دیستال ۴/۸ ثانیه می‌شود.

- HRM: high-resolution manometry; CDP: contractile deceleration point; DL: distal latency; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; EGJ: esophagogastric junction; s: second.
- Roman S, Hebbard G, Jung KW, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for distal esophageal spasm. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14119.

۴-۲-۳. انتگرال انقباضی دیستال [Distal contractile integral (DCI)]

انتگرال انقباضی دیستال (DCI)، اندازه‌گیری مختصر از قدرت انقباض دیستال مری است. DCI اساساً ترکیبی از میانگین دامنه (amplitude) انقباضی دیستال (mmHg)، طول مری دیستال (cm) و مدت انقباض (sec) است. DCI برای قطعه‌ای که از ناحیه‌ی فشار پروگزیمال تا دیستال را در بر می‌گیرد اندازه‌گیری می‌شود. یک جعبه برای ترسیم فعالیت انقباضی متناسب به بخش‌های انقباضی دوم و سوم ساخته شده است. سپس DCI با جمع کردن فشارهای اندازه‌گیری شده در هر محفظه محاسبه می‌شود. برای حذف اثر آرتیفکت‌های عروقی و/یا فشار intrabolus در محاسبه DCI، ۲۰ میلی‌متر جیوه اول در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین، مقدار DCI تنها زمانی بزرگتر از صفر است که کانون‌های فشار داخل مری بیش از ۲۰ میلی‌متر جیوه باشد.

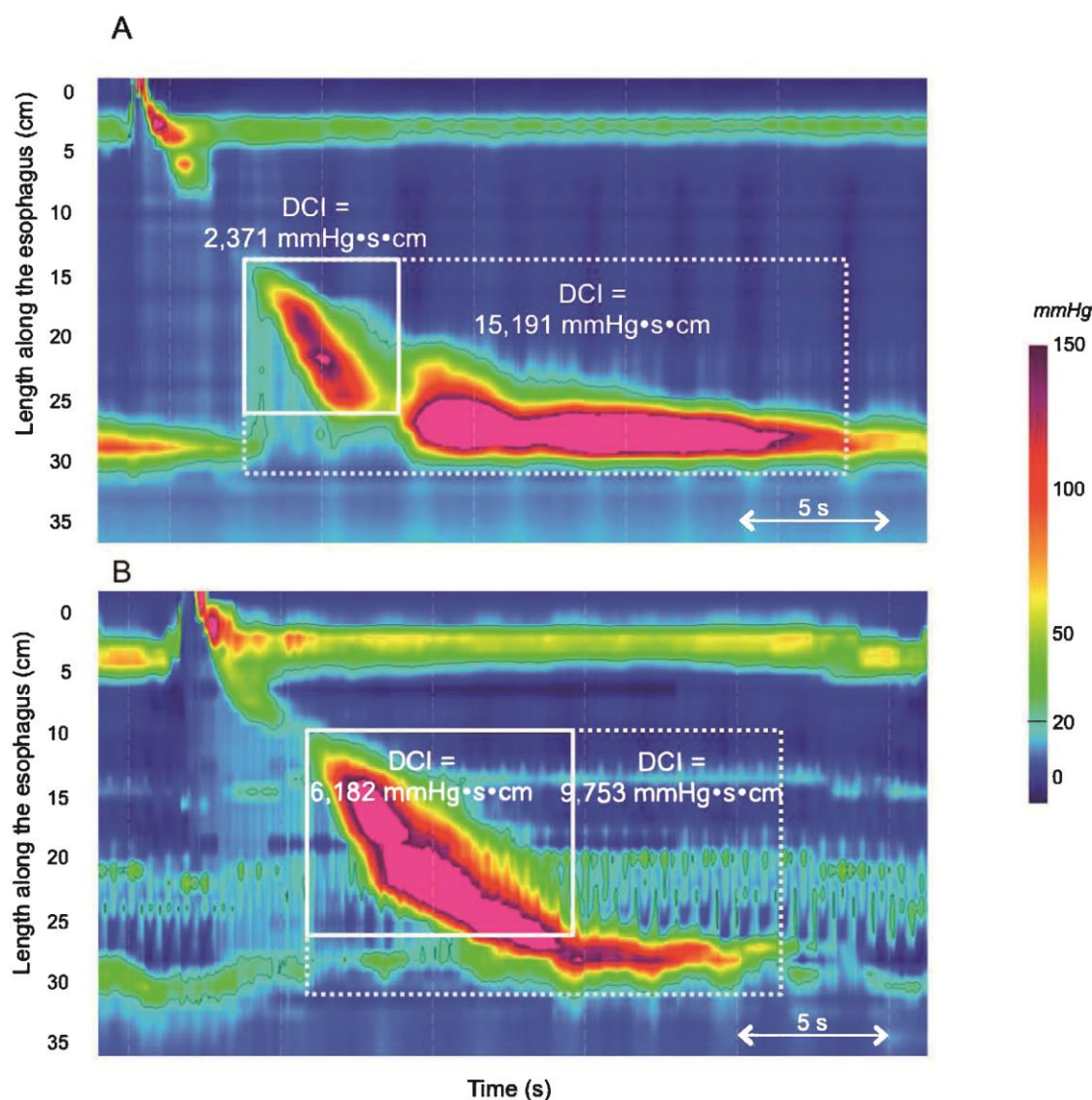


شکل ۲۶. محاسبه DCI با استفاده از EPT.

DCI، اندازه‌گیری قدرت انقباض دیستال مری است که در طبقه‌بندی شیکاگو استفاده می‌شود. DCI برای قطعه‌ای که از ناحیه‌ی فشار پروگزیمال تا دیستال را در بر می‌گیرد اندازه‌گیری می‌شود. یک جعبه برای ترسیم فعالیت انقباضی متناسب به بخش‌های انقباضی دوم و سوم ساخته شده است. سپس DCI با جمع کردن فشارهای اندازه‌گیری شده در هر محفظه محاسبه می‌شود. برای حذف اثر آرتیفکت‌های عروقی و/یا فشار intrabolus در محاسبه DCI، ۲۰ میلی‌متر جیوه اول در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین، مقدار DCI تنها زمانی بزرگتر از صفر است که کانون‌های فشار داخل مری بیش از ۲۰ میلی‌متر جیوه باشد.

- DCI: distal contractile integral; EPT: esophageal pressure topography; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; s: second.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).



شکل ۲۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM): Hypercontractility محدود به LES.

(پانل A). گنجاندن LES در اندازه‌گیری DCI (جعبه نقطه‌چین)، معیار hypercontractile را برآورده می‌کند، در حالی که حذف آن باعث می‌شود که این حالت طبیعی گزارش شود. در مورد marginal DCI (پانل B)، گنجاندن LES در اندازه‌گیری DCI نیز منجر به طبقه‌بندی بلع به عنوان hypercontractile به جای طبیعی می‌شود.

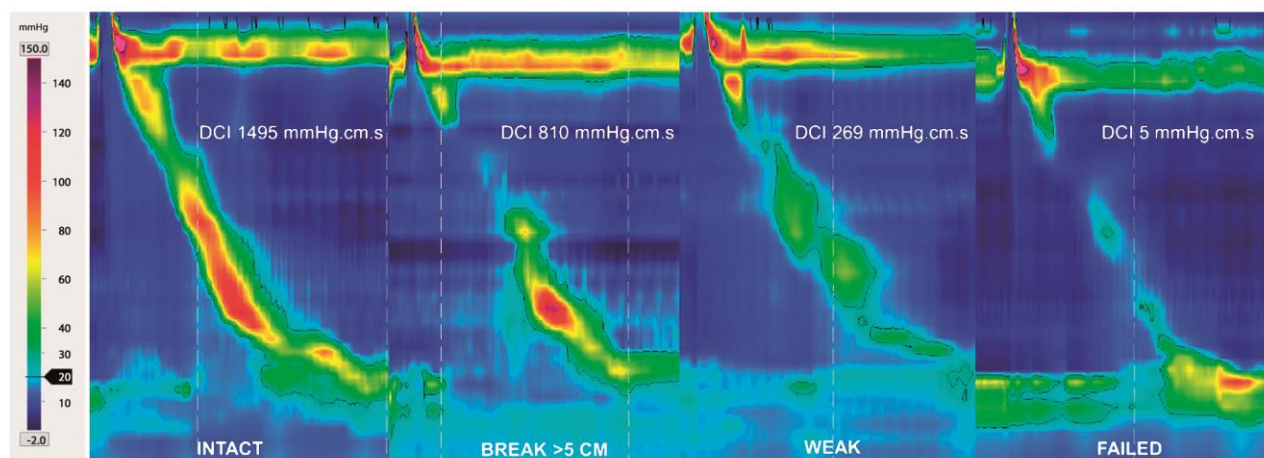
- HRM: high-resolution manometry; LES: lower esophageal sphincter; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; DCI: distal contractile integral; s: second.

- Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al, and The International High Resolution Manometry Working Group. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. Neurogastroenterol Motil 2015; 27:160.

۴-۲-۴. قدرت انقباض (Contraction vigor)

قدرت انقباض بر اساس DCI تعیین می‌شود.

نوع پرستالسیس	قدرت انقباض [DCI (mmHg·s·cm)]
پرستالسیس ناموفق (failed)	کمتر از ۱۰۰
پرستالسیس ضعیف (weak)	بیشتر از ۱۰۰ و کمتر از ۴۵۰
پرستالسیس غیر مؤثر (ineffective)	پرستالسیس ناموفق (failed) یا ضعیف (weak) یا large break بیشتر از ۵ سانتی‌متر (fragmented) با $DCI \leq ۴۵۰$
پرستالسیس نرمال	۴۵۰ تا ۸۰۰۰
پرستالسیس hypercontractile	بیشتر از ۸۰۰۰



شکل ۲۸. الگوهای پرستالتیک hypomotility در مانومتری با وضوح بالا (HRM).

الگوهای پرستالتیک در مانومتری با وضوح بالا (HRM) مری که در اختلالات hypomotility قابل مشاهده است. قدرت انقباض بدنه‌ی مری با استفاده از DCI ارزیابی می‌شود.

بلع intact: DCI بیشتر از ۴۵۰ mmHg·cm·s. break‌های بزرگ: با استفاده از یک کانتور ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه، فاصله بین سگمان‌های انقباض اسکلتی و عضلات صاف بیش از ۵ سانتی‌متر است. بلع ضعیف (weak): DCI ۱۰۰ تا ۴۵۰ mmHg·cm·s. بلع ناموفق (failed): DCI کمتر از ۱۰۰ mmHg·cm·s.

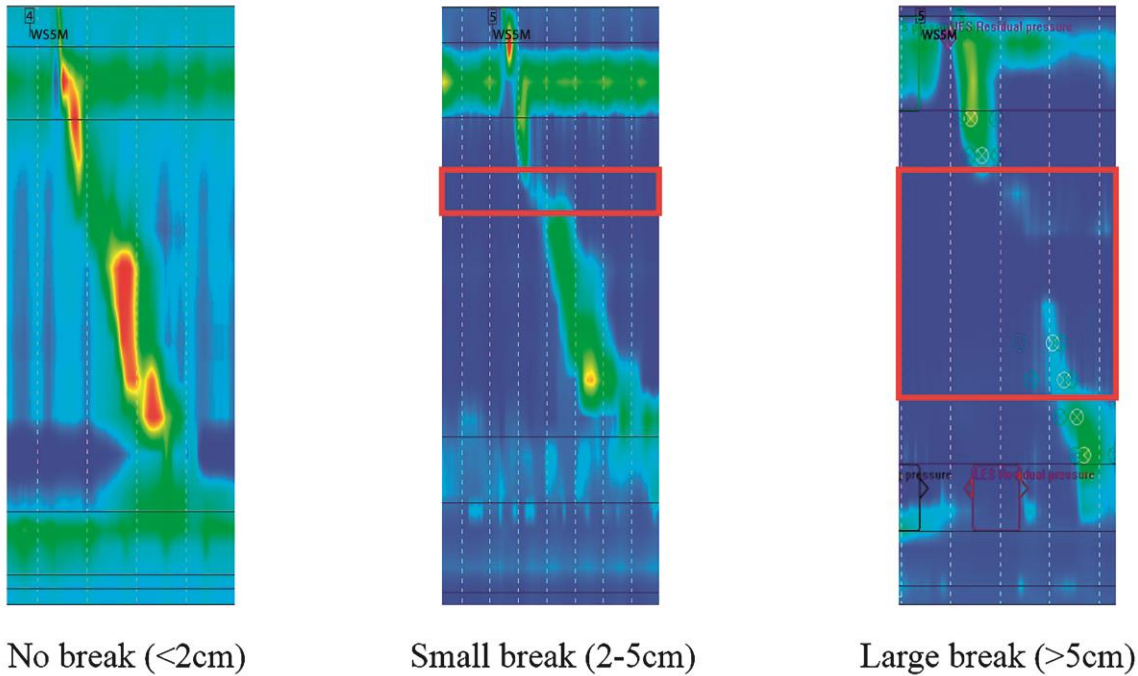
بلع‌های با break‌های بزرگ، بلع‌های ضعیف (weak) و بلع‌های ناموفق (failed)، بلع‌های غیر مؤثر (ineffective) محسوب می‌شوند. IRP و DL در بلع غیر مؤثر (failed) طبیعی هستند. حرکت غیر مؤثر مری (IEM) برای تشخیص قطعی نیازمند بیش از ۷۰٪ بلع غیر مؤثر و/یا ۵۰٪ بلع ناموفق (failed) است. عدم وجود انقباض (aperistalsis) زمانی تشخیص داده می‌شود که ۱۰۰٪ بلع‌ها ناموفق (failed) باشند.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; s: second; DCI: distal contractile; IRP: integrated relaxation pressure.

- Gyawali CP, Zerbib F, Bhatia Sh, et al. Chicago Classification update (V4.0): Technical review on diagnostic criteria for ineffective esophageal motility and absent contractility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14134.

۴-۲-۵. شکاف (break)

یک شکاف و نقص در transition zone در الگوی انقباض ثبت شده در EPT (در ایزوباریک contour ۲۰ میلی‌متر جیوه)، که از نظر اندازه به نوع کوچک (small break) به معنای break ۲ تا ۵ سانتی‌متری و بزرگ (large break) به معنای break بیشتر از ۵ سانتی‌متر تقسیم می‌شود. در تفسیر HRM، small break ارزش بالینی ندارد، ولی یک large break در ایزوباریک contour ۲۰ میلی‌متر جیوه، همراه با $DCI \leq 450 \text{ mmHg.s.cm}$ بعنوان fragmented peristalsis نامیده می‌شود. در طبقه‌بندی شیکاگو ۴، fragmented peristalsis بعنوان یک IEM شناخته می‌شود.



شکل ۲۹. انواع break.

انقباض مری بدون break (تصویر سمت چپ)، انقباض مری با small break (تصویر وسط)، انقباض مری با large break (تصویر سمت راست).

۴-۲-۶. الگوی انقباض (Contraction pattern)

الگوی انقباض براساس وجود یا عدم وجود large break و میزان distal latency تقسیم‌بندی می‌شود. انقباضی که با break در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه مشخص می‌شود، اما غیر مؤثر نیست، "پرستالسیس fragmented" تعریف می‌شود. با این حال، از آنجایی که breakهای کوچک (کمتر از ۳ سانتی‌متر) در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه، اغلب در افراد عادی مشاهده می‌شود، پرستالسیس fragmented نیاز به breakهای بزرگ (بیش از ۵ سانتی‌متر) در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه دارد. از این رو، انقباضات غیر مؤثر (ineffective)، شامل انقباضات fragmented شده است که به عنوان انقباضات با break بزرگ در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه، اما DCI طبیعی یا بالا (بیش از ۴۵۰ mmHg·s·cm) تعریف می‌شوند.

از سوی دیگر، DL می‌تواند انقباض زودرس (premature) را از انقباض طبیعی افتراق دهد. انقباضی با DL کمتر از ۴/۵ ثانیه و دارای DCI بیشتر از ۴۵۰ mmHg·s·cm، یک انقباض زودرس (premature) است، که در آشالازی تیپ ۳ و DES مشاهده می‌شود. در حالی که اگر DCI کمتر از ۴۵۰ mmHg·s·cm باشد، این انقباض failed تلقی می‌شود و در طبقه "انقباضات ineffective" قرار می‌گیرد.

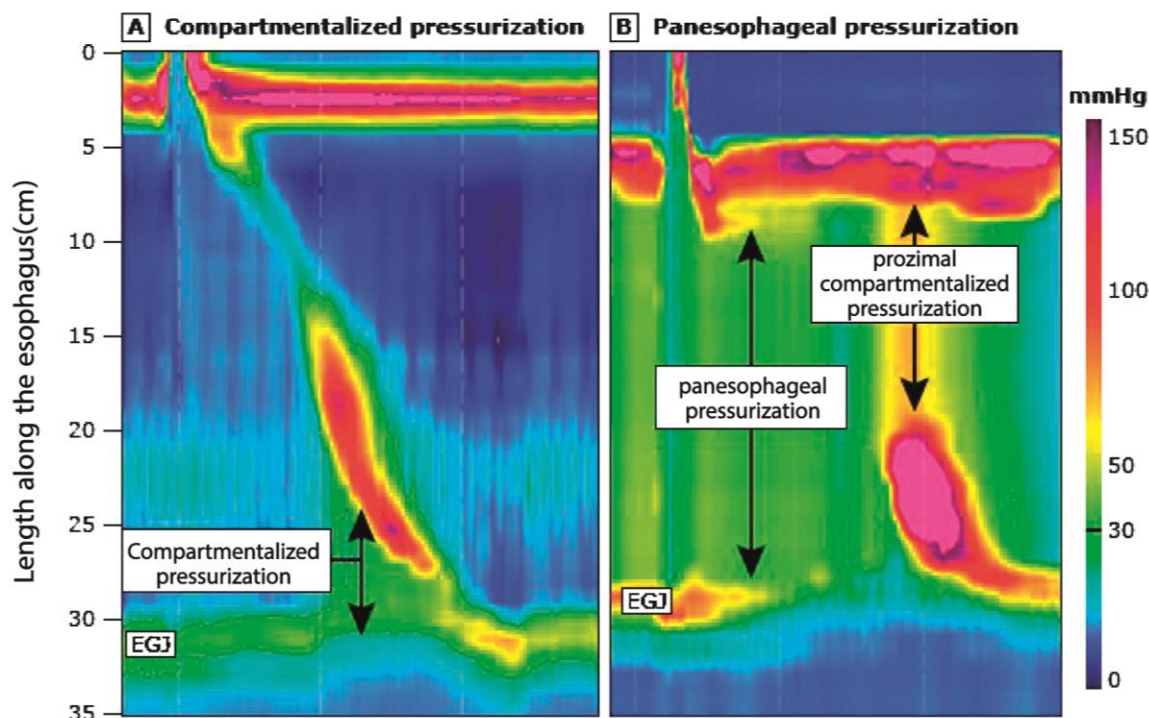
۴-۲-۷. الگوی Pressurization

انقباض (contraction) و فشار (pressurization) مری متفاوت هستند. انقباض نشان‌دهنده‌ی انقباض عضلات مری در طول مری است (پریستالسیس)، در حالی که فشار (pressurization) به معنای فشار در یک لومن باز بین دو سگمان منقبض‌شده مری است (به عنوان مثال، بین اسفنکترهای فوقانی و تحتانی بسته). فشار طبیعی بولوس، که توسط انتقال بولوس از طریق مری ایجاد می‌شود، کمتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه است که می‌توان آن را با تنظیم فشار ایزوباریک روی حداقل ۳۰ میلی‌متر جیوه مشخص کرد. هر گونه افزایش فشار داخل بولوس بیش از ۳۰ میلی‌متر جیوه غیرطبیعی در نظر گرفته می‌شود که pressurization تعریف می‌شود.

هنگامی که pressurization کل مری (از UES تا EGJ) را درگیر می‌کند، به آن "panesophageal pressurization" می‌گویند. این الگو، مطرح‌کننده‌ی آشالازی نوع دوم است.

یک ناحیه‌ی محدودتر از pressurization، که "compartmentalized pressurization" نامیده می‌شود، می‌تواند بین انقباض مری و EGJ در حضور هرنی هیاتوس، انقباض دیافراگم (CD) crural، پس از جراحی فوندوپلیکاسیون یا پس از جراحی چاقی رخ دهد. compartmentalized pressurization پروگزیمال نیز می‌تواند در حضور انقباضات ایزوله و غیر پریستالتیک دیستال مری رخ دهد.

به pressurization بین LES و CD (crural diaphragm) در وجود LES-CD separation نیز "EGJ pressurization" گفته می‌شود.



شکل ۳۰. الگوهای pressurization مری در مانومتری با وضوح بالا (HRM).

در compartmentalized pressurization (پانل A)، بولوس بلعیده شده بین انقباض پرستالتیک پیشرونده و انسداد خروجی ناشی از relaxation ضعیف EGJ در یک بیمار مبتلا به EGJOO به دام می‌افتد. خط سیاه، contour ایزوباریک ۳۰ میلی‌متر جیوه را نشان می‌دهد که نشان می‌دهد compartmentalized pressurization بیش از ۳۰ میلی‌متر جیوه است. پانل B، panesophageal pressurization را نشان می‌دهد که در یک بیمار مبتلا به آشالازی نوع II از UES تا EGJ گسترش می‌یابد. این بیمار همچنین proximal esophageal pressurization همراه با انقباض دیستال ایزوله را در مراحل بعدی نشان می‌دهد. مناطق bolus pressurization با مناطقی از خطوط عمودی در contour ایزوباریک ۳۰ mmHg مشخص می‌شوند. آنها را می‌توان به عنوان نتیجه‌ی حس‌گرهای (sensor) فشار متعددی که در یک فضای بسته ایزوباریک قرار دارند تصور کرد.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; EGJ: esophagogastric junction; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; UES: upper esophageal sphincter.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

جدول ۴. آستانه‌ها و معیارهای اندازه‌گیری در HRM.

ارزیابی	معیارهای توپوگرافی	تعریف	آستانه تشخیص	ملاحظات تکمیلی
فشار relaxation در EGJ در پاسخ به بلع	IRP	میانگین حداکثر فشار relaxation در EGJ، در طی یک دوره‌ی ۴ ثانیه‌ای با شروع از زمان UES relaxation، به طور پیوسته یا ناپیوسته	IRP غیرطبیعی: در حالت خوابیده به پشت (supine): Medtronic ≥ 15 mmHg Laborie/Diversatek ≥ 22 mmHg در حالت نشسته (upright): Medtronic ≥ 12 mmHg Laborie/Diversatek ≥ 15 mmHg	حمایت از تشخیص انسداد خروجی مری (EGJOO): در چالش نوشیدن سریع (RDC): Medtronic > 12 mmHg در تست بلع غذای جامد (STM): Medtronic ≥ 25 mmHg
پرستالسیس مری (Esophageal peristalsis)	DCI (قدرت انقباض)	(دامنه $\times$ مدت زمان $\times$ طول) انقباض دیستال مری، جایی که ۲۰ mmHg بالاتر از transition zone پروگزیمال به LES می‌باشد. (mmHg $\times$ s $\times$ cm)	انقباض نرمال: ۴۵۰ تا ۸۰۰۰ انقباض ضعیف (weak): ۱۰۰ تا ۴۵۰ پرستالسیس ناموفق (failed): کمتر از ۱۰۰ بلع hypercontractile: بیشتر از ۸۰۰۰ بلع غیرموثر (ineffective): انقباض ضعیف (weak) یا پرستالسیس ناموفق (failed)	پاسخ کامل به MRS شامل نبود انقباض دیواره مری DCI کمتر از ۱۰۰ mmHg $\times$ s $\times$ cm همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES، در طول بلع مکرر و تقویت انقباض بعد از مرحله MRS می‌باشد (DCI بعد از MRS بزرگتر از DCI یک بلع ۵ سی‌سی در حالت نرمال است).
زمان تأخیر بلع (Latency of deglutitive inhibition)	Distal latency (DL)	فاصله بین زمان CDP و UES relaxation	انقباض اسپاستیک یا premature: DL کمتر از ۴/۵ ثانیه در شرایطی که ۴۵۰ mmHg $\times$ s $\times$ cm $\leq$ DCI	
افزایش فشار (Pressurization)	تنظیم ایزوبار (Isobar contour)	فشار (pressurization) به معنای فشار در یک لومن باز بین دو سگمان منقبض شده در ایزوباریک contour بیشتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه مری است.	panesophageal pressurization یعنی pressurization کل مری (از UES تا EGJ) compartmentalized pressurization یعنی pressurization محدودتر از pressurization یعنی EGJ pressurization بین LES و CD (crural diaphragm) وجود LES-CD separation	Panesophageal pressurization کمتر از ۲۰ mmHg در RDC یا تست بلع غذای جامد (STM) از تشخیص انسداد خروجی مری حمایت می‌کند.

- HRM: high-resolution manometry; EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure; UES: upper esophageal sphincter; mmHg: millimeter of mercury; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; RDC: rapid drink challenge; STM: solid test meal; DCI: distal contractile integral; LES: lower esophageal sphincter; cm: centimeter; s: second; MRS: multiple rapid swallow; DL: distal latency; CDP: contractile deceleration point; CD: crural diaphragm.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

۴-۲-۸. پاسخ به محرک‌ها (Response to provocation)

بلع سریع متوالی (MRS): پاسخ کامل به MRS، شامل نبود انقباض دیواره مری (DCI کمتر از $100\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$) همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES، در طول بلع مکرر و تقویت انقباض بعد از مرحله MRS می‌باشد (DCI بعد از MRS بزرگتر از DCI یک بلع ۵ سی سی در حالت نرمال است). انقباض پس از MRS، می‌بایست یک انقباض پریستالتیک واقعی باشد و نه یک آرتیفت یا افزایش فشار غیر پریستالتیک در سرتاسر مری.

چالش نوشیدن سریع (RDC): پاسخ مناسب به RDC، شامل نبود انقباض دیواره مری (DCI کمتر از $100\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$) همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES، در طول مرحله نوشیدن سریع می‌باشد. هنگام ارزیابی پاسخ به RDC، IRP بیشتر از ۱۲ میلی‌متر جیوه (در سیستم Medtronic) طی ۳۰ ثانیه اول چالش RDC و افزایش فشار در سرتاسر مری بیشتر از ۲۰ میلی‌متر جیوه، معیارهای بیانگر انسداد خروجی مری هستند. وجود یک توالی انقباض طبیعی به دنبال RDC، نشانگر اختصاصی برای انقباض طبیعی است (اگرچه که در همه کنترل‌های سالم وجود ندارد).

بلع جامدات (Solid test swallows): پاسخ انقباضی intact در دیواره مری حین بلع جامد، نیازمند بیش از ۲۰٪ بلع حلقی است که به دنبال آن یک انقباض مؤثر مری با DCI بیش از $1000\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$ بدون large break (بیش از ۵ سانتی‌متر) ایجاد می‌شود. بالاترین حد طبیعی IRP در بلع جامدات در سیستم Medtronic، ۲۵ میلی‌متر جیوه در نظر گرفته می‌شود. ارتباط زمانی انقباضات غیرمؤثر با علائم بیمار (مانند دیسفاژی) از تشخیص انقباض غیرمؤثر (ineffective contraction) حمایت می‌کند.

تحریک دارویی (Pharmacologic provocation): در صورت موجود بودن، تحریک فارماکولوژیک با استفاده از پروتکل آمیل‌نیتريت و یا کوله‌سیستوکینین می‌تواند برای ارزیابی فیزیولوژی EGI مفید باشد.

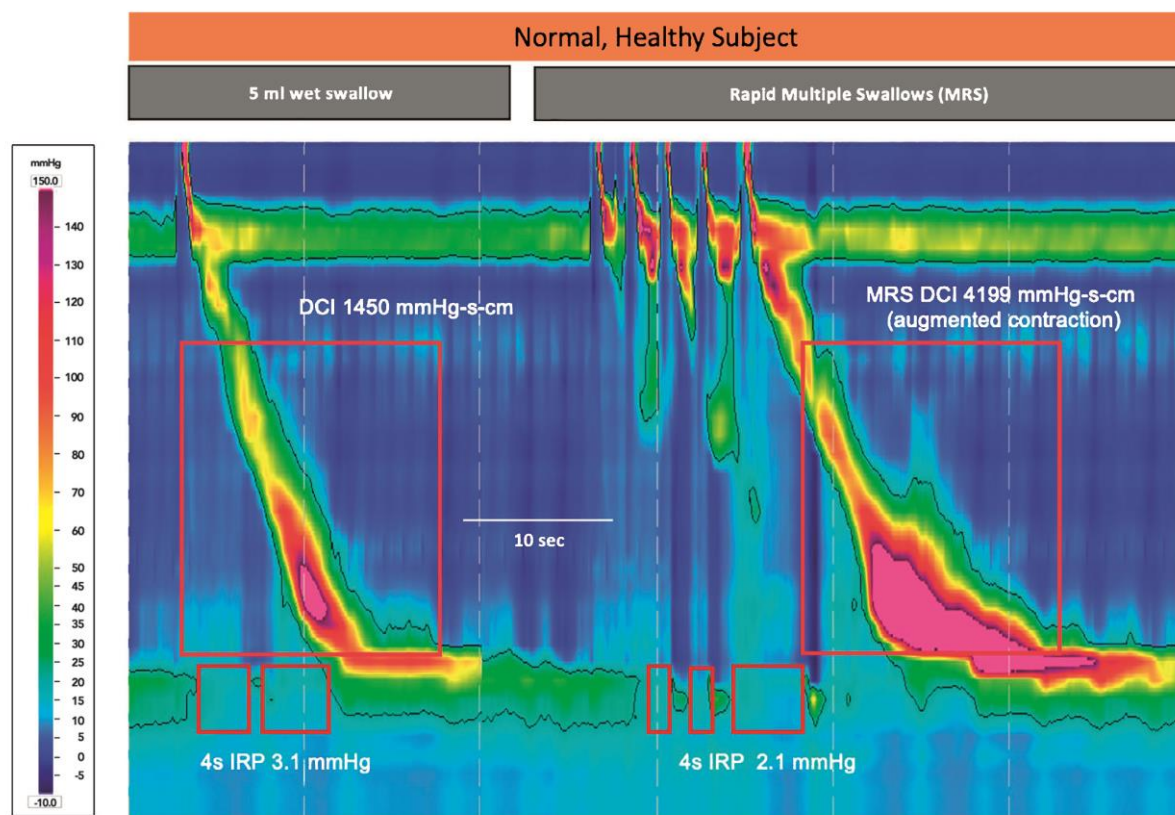
جدول ۵. اقدامات مانومتریک حمایتگر (supportive manometric measures) جهت افزایش اطمینان در تشخیص.

اقدام مانومتریک	پروتکل	پاسخ طبیعی
بلع سریع متوالی (MRS)	۵ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۲ سی سی با فواصل ۳-۲ ثانیه	نبود انقباض دیواره مری (DCI کمتر از $100\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$) همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES، در طول بلع مکرر و تقویت انقباض بعد از مرحله MRS می‌باشد (DCI بعد از MRS بزرگتر از DCI یک بلع ۵ سی سی در حالت نرمال است).
چالش نوشیدن سریع (RDC)	نوشیدن سریع ۲۰۰ سی سی مایع	نبود انقباض دیواره مری (DCI کمتر از $100\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$) همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES طی RDC، بدون شواهدی از اختلال مازور حرکتی مری بعد از RDC.
تست بلع (لقمه) جامد (Solid test swallows)	۱۰ بلع از لقمه جامد نرم به سائز تقریبی 1 cm^3 (مثلاً نان، برنج پخته نرم شده، گل ختمی)	وجود بیشتر از ۲۰٪ pharyngeal swallow و به دنبال آن، انقباض کارآمد دیواره مری [یعنی DCI بیشتر از $1000\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$ بدون large break (بیشتر از ۵ سانتی‌متر)] در جریان پریستالسیس.
تست (بلع) غذای جامد (STM)	۲۰۰ گرم از غذای جامد نرم (مثلاً برنج پخته شده نرم، نان) با سرعت معمول برای هر بیمار، میل شود. در صورتی که بعد از ۸ دقیقه هنوز STM کامل نشده باشد، آزمون متوقف می‌گردد.	وجود بیشتر از ۲۰٪ pharyngeal swallow و به دنبال آن، انقباض کارآمد دیواره مری [یعنی DCI بیشتر از $1000\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$ بدون large break (بیشتر از ۵ سانتی‌متر)] در جریان پریستالسیس، بدون ایجاد علامت حین خوردن غذای جامد (وجود هر علامت حین خوردن غذا می‌بایست ثبت الکترونیکی شود تا ارتباط آن با اختلال حرکتی مری سنجیده گردد). آهسته غذا خوردن به میزان کمتر از ۲۰۰ گرم در ۸ دقیقه هم غیرطبیعی محسوب می‌گردد.
وعده‌ی غذایی پس از صرف غذا (HRIM)	غذای جامد نرم یا غذایی که خود بیمار آن را به عنوان ایجاد کننده علامت می‌شناسد، تجویز می‌شود و مونیتورینگ بیمار پس از صرف غذا ادامه می‌یابد (حداقل ۱۰ دقیقه و رخداد فعالیت غیرطبیعی)	نبود علائم و اختلالات حرکتی یا عملکردی بعد از صرف غذای جامد. حداکثر ۴ بار ریلکس شدن گذرای LES (TLESRs) طی ۱۰ دقیقه بعد از صرف غذا همراه با آروغ زدن، بدون رگورژیتاسیون، بدون نشخوار کردن، بدون آروغ supra-gastric طبیعی محسوب می‌گردد.
تحریک دارویی (Pharmacologic provocation)	استنشاق آمیل‌نیتريت به میزان ۴-۵ پاف در وضعیت خوابیده (recumbent)	مهار انقباض دیستال مری و عضلات صاف LES همراه با کاهش IRP. در گروه کنترل سالم، آمیل‌نیتريت سبب کاهش IRP مشابه کاهش IRP در زمان بلع می‌گردد. در بیماران مبتلا به انسداد خروجی EGJ مانند آشالازی و EGJOJ واقعی، افت فشار EGJ ناشی از آمیل‌نیتريت به طور قابل توجهی کمتر ($\leq 10\text{mmHg}$) از کاهش IRP بلع می‌باشد (افزایش ریلکس شدن). در مقابل، آمیل‌نیتريت در بیماران مبتلا به EGJOJ ثانویه به عوامل دیگری غیر از اختلال عضلات صاف LES، تغییرات فشار کمتری را در EGJ نشان می‌دهند (> 10 میلی‌متر جیوه).

پاسخ طبیعی	پروتکل	اقدام مانومتریک
کله‌سیستوکنین به طور کلی یک پاسخ حرکتی مری biphasic را تحریک می‌کند. فاز ۱ همیشه وجود دارد و مدت کوتاهی پس از تزریق شروع می‌شود. در گروه کنترل سالم، CCK باعث کوتاه شدن خفیف مری (۲ سانتی‌متر یا کمتر) همراه با relaxation ناگهانی EGJ می‌گردد (انقباض crural diaphragm حین دم حفظ شده است). در مقابل، در بیماران مبتلا به اختلال عملکرد مری مانند آسالاژی، CCK به طور متناقض باعث القای انقباض در EGJ با فشار بیش از ۵۰ میلی‌متر جیوه می‌گردد.	تزریق داخل وریدی کله‌سیستوکنین ۴۰ ng/kg در وضعیت خوابیده (recumbent)	

طبقه‌بندی بر اساس وضعیت اولیه بیمار، به صورت خوابیده یا نشسته حین انجام مانومتری با ۱۰ بلع مایع (wet swallow) صورت گرفته است. ارزیابی پرستالسیس در وضعیت ثانویه و یا با تحریک به عنوان اقدامات حمایت‌گر از یک تشخیص خاص عمل می‌کند (به استثنای EGJO و absent contractility).

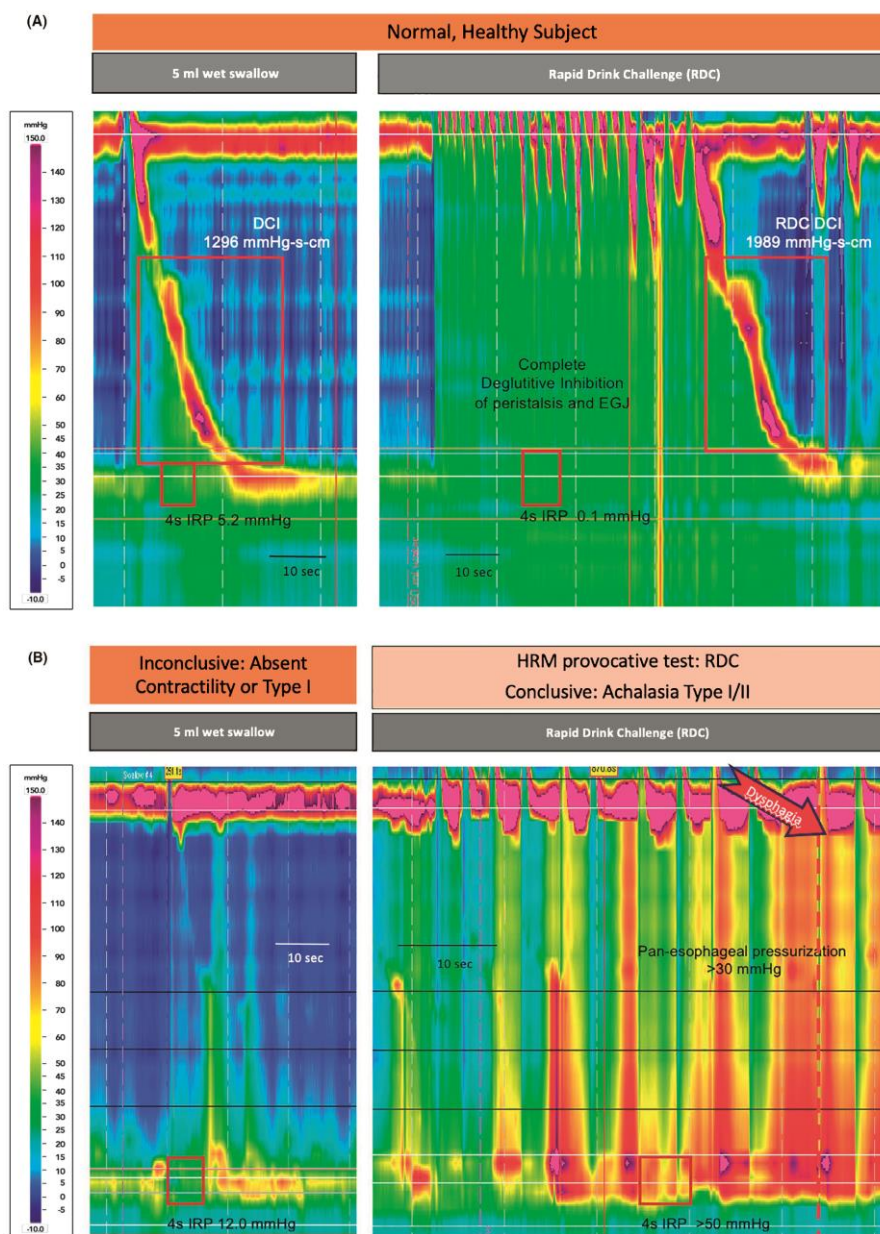
- MRS: multiple rapid swallow; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; LES: lower esophageal sphincter; RDC: rapid drink challenge; STM: solid test meal; TLESRs: transient LES relaxations; HRIM: high resolution-impedance manometry; IRP: integrated relaxation pressure; EGJO: esophagogastric junction-outflow obstruction; ng: nanogram; kg: kilogram; CCK: cholecystokinin.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



شکل ۳۱. مانومتري با وضوح بالا (HRM): بلع‌های سريع متوالي (MRS).

بلع‌های سريع متوالي (MRS) یک تست فیزیولوژیکی است که با درخواست از بیمار که پنج بلع متوالي سريع (۵ بلع مایع [wet swallow] به میزان ۲ سی سی با فواصل ۲-۳ ثانیه) داشته باشد، مهار انقباض مری و EGJ را افزایش می‌دهد. متعاقباً، در افراد سالم، MRS پس از انقباض مری اغلب تقویت می‌شود (شدیدتر از حالت عادی). MRS، ناتوانی و شکست در مهار انقباض در بیماران مبتلا به آسالاژی، DES و مری hypercontractile را برجسته می‌کند. علاوه بر این، عدم تقویت در انقباض پس از MRS، می‌تواند نشان دهنده‌ی کمبود ذخیره انقباضی باشد (یعنی توانایی پاسخ به چالش فیزیولوژیکی یا Iatrogenic).

- HRM: high-resolution manometry; MRS: multiple rapid swallow; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; sec: second; EGJ: esophagogastric junction; DES: distal esophageal spasm.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.

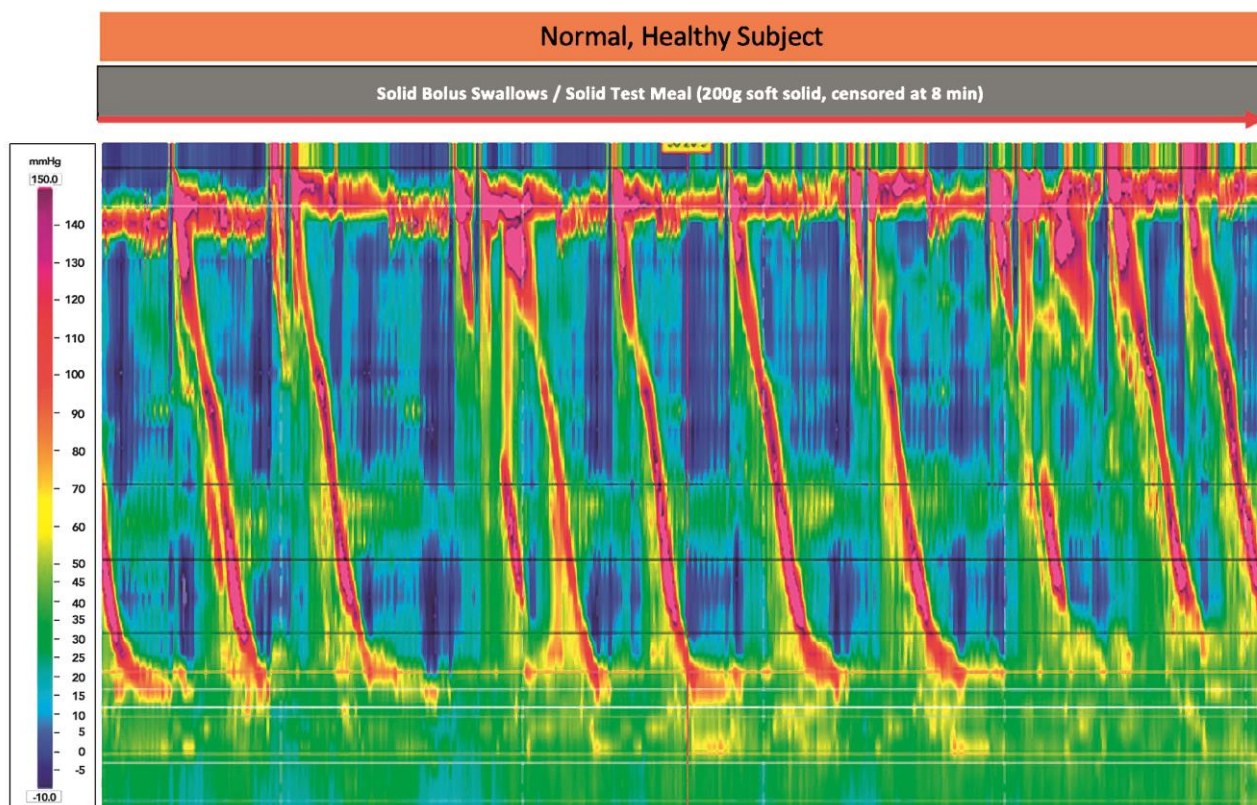


شکل ۳۲. مانومتری با وضوح بالا (HRM): چالش نوشیدن سریع (RDC).

چالش نوشیدن سریع (RDC) با درخواست از بیمار برای نوشیدن حجم زیادی از آب (۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌لیتر) انجام می‌شود. این میزان را می‌توان با نوشیدن از طریق نی کنترل کرد. در افراد سالم، مشابه MRS، RDC مهار انقباض مری و EGJ را در طی بلع‌های مکرر (پانل بالایی) برجسته می‌کند. علاوه بر این، وجود یک توالی انقباض طبیعی به دنبال RDC، یک نشانگر مخصوص از انقباض طبیعی است. با این حال، این حالت در همهی کنترل‌های سالم مشاهده نمی‌شود. چالش نوشیدن سریع (RDC)، ناتوانی و شکست مهار انقباض در بیماران مبتلا به آشالازی (پانل پایینی) را برجسته می‌کند. در این مورد، بیمار در حین بلع مایع (wet swallow) یافته‌های غیرقطعی با IRP طبیعی دارد (پانل سمت چپ). RDC شواهد قطعی از آشالازی با panesophageal pressurization و IRP بیشتر از ۵۰ میلی‌متر جیوه را نشان داد.

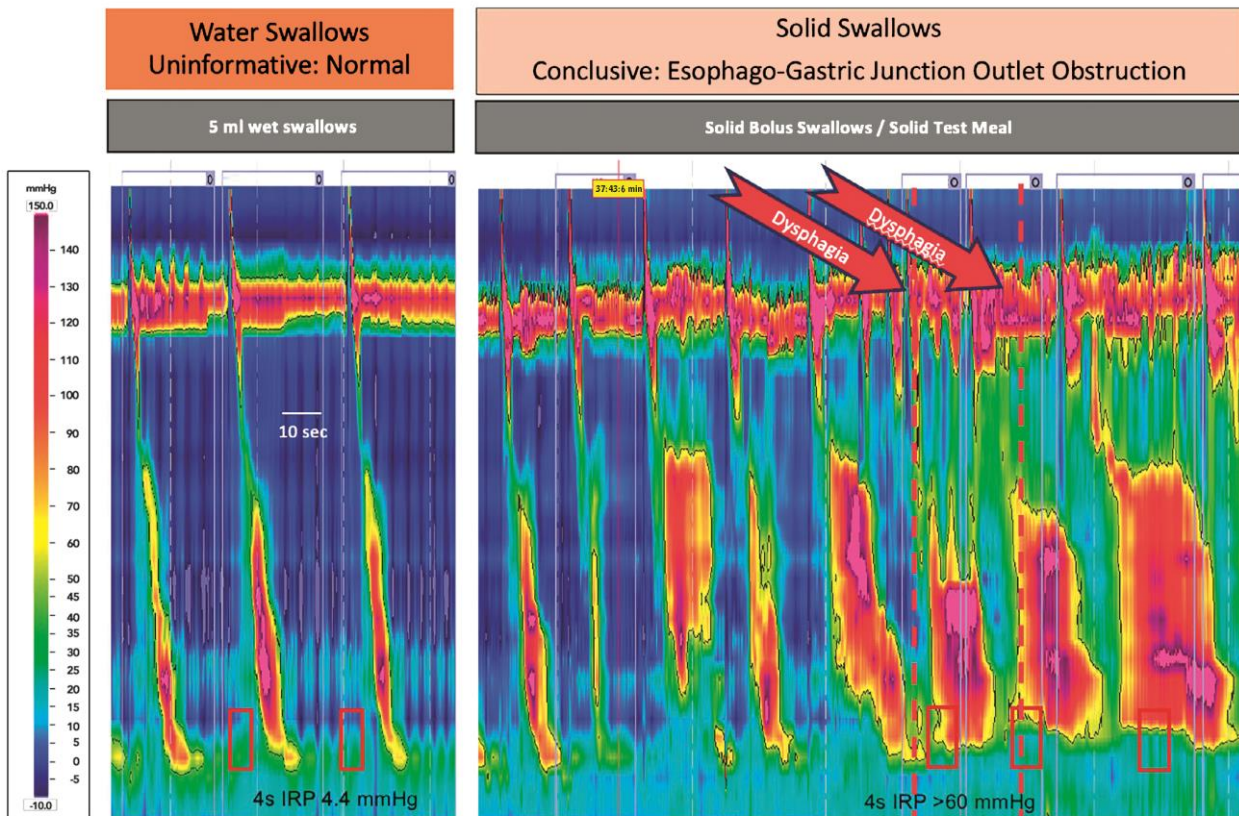
- HRM: high-resolution manometry; RDC: rapid drink challenge; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure; sec: second; MRS: multiple rapid swallow.

- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14120.



شکل ۳۳. مانومتري با وضوح بالا (HRM): تست (بلع) غذای جامد (STM) در فرد سالم.

- HRM: high-resolution manometry; STM: solid test meal; g: gram; min: minute; mmHg: millimeter of mercury.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14120.



شکل ۳۴. مانومتري با وضوح بالا (HRM): بلع آب و تست (بلع) غذای جامد (STM).

بلع آب (پانل سمت چپ) و شروع تست (بلع) غذای جامد (STM) (پانل سمت راست) در بیمار مبتلا به دیسفاژی نسبت به غذای جامد و آندوسکوپی نرمال. گنجاندن تست (بلع) غذای جامد (STM)، حساسیت تشخیصی برای اختلالات حرکتی را افزایش می‌دهد، مانند این بیمار با تشخیص EGJOO. علاوه بر این، ارتباط زمانی نزدیک حرکات غیرطبیعی با علائم از ارتباط بالینی یافته‌ها حمایت می‌کند.

- HRM: high-resolution manometry; STM: solid test meal; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; sec: second; s: second; IRP: integrated relaxation pressure. EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.

طبقه‌بندی اختلالات حرکتی با EPT (آنالیز گام به گام EPT)

۱-۵. گام اول: ارزیابی EGJ

۲-۵. گام دوم: ارزیابی و توصیف انقباض مری

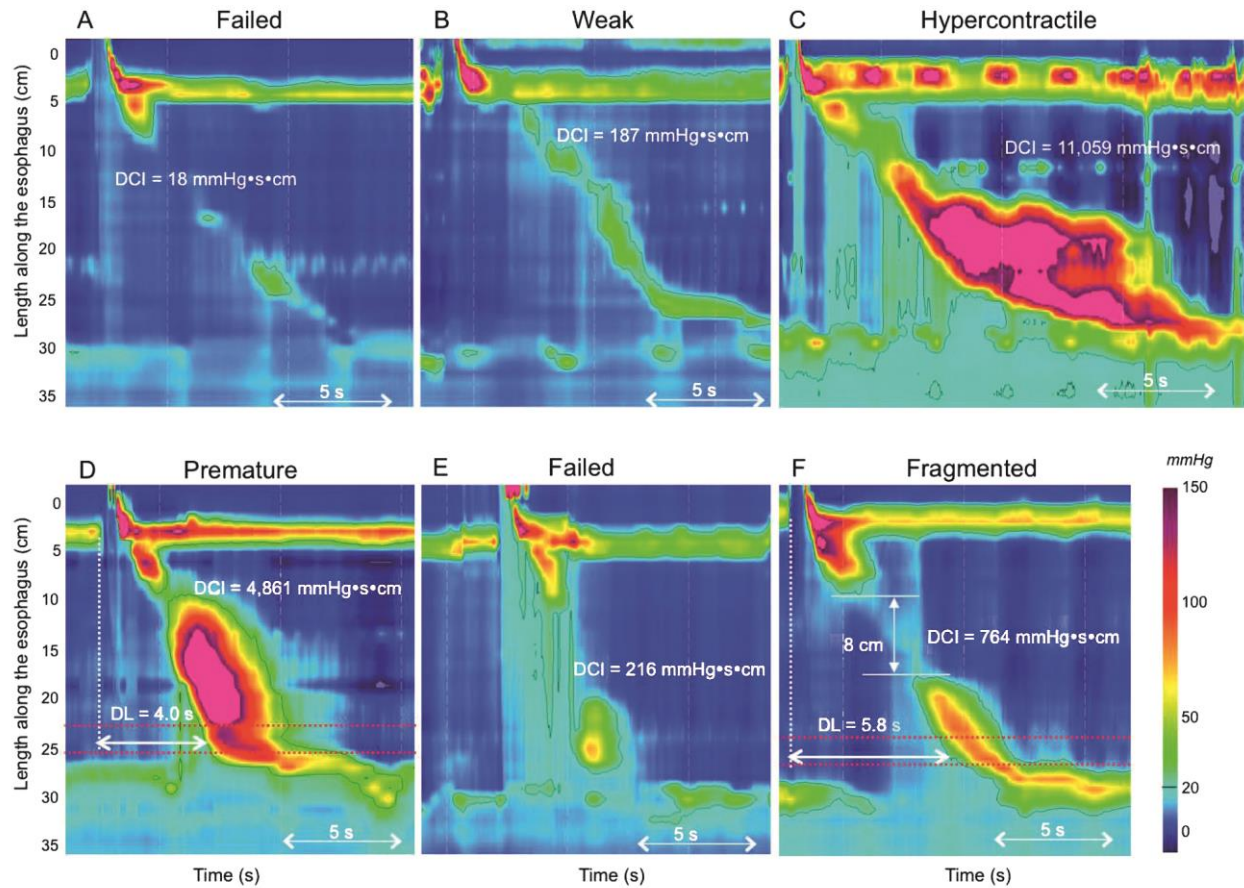
۳-۵. گام سوم: ارزیابی و توصیف الگوی Pressurization

۵-۱. گام اول: ارزیابی EGJ

- مورفولوژی EGJ: اگرچه مورفولوژی EGJ یک معیار تشخیص دهنده برای هیچ یک از اختلالات حرکتی نیست، تعیین وجود هرنی هیاتوس یک نتیجه‌ی بالینی مهم است. هرنی هیاتوس ممکن است باعث شود کاتتر مانومتریک از EGJ عبور نکرده، وارد فضای داخل شکمی نشود و در نتیجه معیارهای EPT را مخدوش کرده و نتایج مطالعه را به اشتباه بیندازد. محل داخل شکمی کاتتر مانومتریک با توجه به این که دم فشار ثبت شده را افزایش می‌دهد (در مقابل کاهش فشار ثبت شده زمانی که کاتتر در مדיاستن قرار دارد) تأیید می‌شود. نقطه transition بین این دو نقطه، وارونگی تنفسی (RIP) است که معمولاً در سطح دیافراگم crural (CD) است (به استثنای هرنی‌های هیاتال بزرگ).
- فشار EGJ: مشابه مورفولوژی EGJ، اندازه‌گیری فشار EGJ پایه، یک معیار تشخیصی برای هیچ یک از اختلالات حرکتی نیست، اما فشار EGJ با فشار بالا (hypertensive) یا فشار پایین (hypotensive) می‌تواند یک نتیجه‌ی بالینی مهم، به ترتیب برای تشخیص آسالاژی یا بیماری GERD باشد.
- IRP: تعیین relaxation طبیعی یا غیرطبیعی EGJ پس از بلع، بر اساس مقدار متوسط IRP در بین ۱۰ بلع انجام می‌شود. IRP یک معیار اصلی تشخیصی برای همه زیرشاخه‌های آسالاژی و EGJOO است.

۵-۲. گام دوم: ارزیابی و توصیف انقباض مری

- قدرت و الگوی پریستالتیک.
- هر بلع را می‌توان بر اساس DCI، DL و وجود break، به عنوان سالم (intact)، ضعیف (weak)، ناموفق (failed)، انقباض بیش از حد (hypercontractile)، premature و fragmented طبقه‌بندی شود. فقط بلع‌هایی با DCI بیشتر از $450 \text{ mmHg}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}$ را می‌توان به عنوان زودرس (premature) یا fragmented طبقه‌بندی کرد.
- DL: اندازه‌گیری DL مستلزم آن است که CDP به طور قابل اعتمادی قابل شناسایی باشد. زیرا DL فاصله بین UES relaxation و CDP است. انقباض زودرس (premature) زمانی است که DL کمتر از $4/5$ ثانیه همراه با DCI بیشتر از $450 \text{ mmHg}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}$ باشد. این انقباضات به ندرت در افراد عادی دیده می‌شوند و معیار تشخیصی مهمی برای آشالازی نوع III و اسپاسم دیستال مری (DES) هستند.
- DCI: اگرچه در ابتدا به عنوان یک معیار سنجش برای رد انقباض بیش از حد (hypercontractile) (به عنوان مثال، مری فندق شکن یا jackhammer) طراحی شد، ولی DCI را می‌توان در هر بلع اندازه‌گیری کرد و همچنین به عنوان وسیله‌ای برای شناسایی پریستالسیس ناموفق (failed) (DCI کمتر از $100 \text{ mmHg}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}$) یا پریستالسیس ضعیف (weak) (DCI 100 تا $450 \text{ mmHg}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}$) استفاده می‌شود. به انقباضات با DCI کمتر از $450 \text{ mmHg}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}$ ، انقباضات غیرمؤثر (ineffective) گفته می‌شود.



شکل ۳۵. قدرت انقباض و الگوی انقباض در مانومتري با وضوح بالا (HRM).

قدرت انقباض با DCI ارزیابی می‌شود: (پانل A) انقباض ناموفق (failed)، (پانل B) انقباض ضعیف (weak)، (پانل C) انقباض hypercontractile، (پانل D) انقباض زودرس (premature)، (پانل E) انقباض ناموفق (failed): انقباض ضعیف (weak) با DL کاهش یافته که انقباض ناموفق (failed) در نظر گرفته می‌شود. (پانل F) انقباض fragmented: انقباض با DCI نرمال با break بزرگ [بیشتر از ۵ سانتی‌متر] در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه.

- HRM: high-resolution manometry; cm: centimeter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; DL: distal latency.
- Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al, and The International High Resolution Manometry Working Group. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. Neurogastroenterol Motil 2015; 27:160.

۵-۳. گام سوم: ارزیابی و توصیف الگوی pressurization

هنگامی که pressurization کل مری (از UES تا EGJ) را درگیر می‌کند، به آن "panesophageal pressurization" می‌گویند. این الگو، مطرح‌کننده‌ی آشالازی نوع دوم است.

یک ناحیه‌ی محدودتر از pressurization، که "compartmentalized pressurization" نامیده می‌شود، می‌تواند بین انقباض مری و EGJ در حضور هرنی هیاتوس، انقباض دیافراگم (CD) crural، پس از جراحی فوندوپلیکاسیون یا پس از جراحی چاقی رخ دهد. compartmentalized pressurization پروگزیمال نیز می‌تواند در حضور انقباضات ایزوله و غیر پریستالتیک دیستال مری رخ دهد.

به pressurization بین LES و CD (crural diaphragm) در وجود LES-CD separation نیز "EGJ pressurization" گفته می‌شود.

اختلالات حرکتی مری (Esophageal motility disorders) در طبقه‌بندی شیکاگو

۱-۶. اختلالات حرکتی خروجی مری در محل EGJ (EGJOO)

۱-۱-۶. آشالازی (Achalasia)

۲-۱-۶. انسداد خروجی مری در محل EGJ

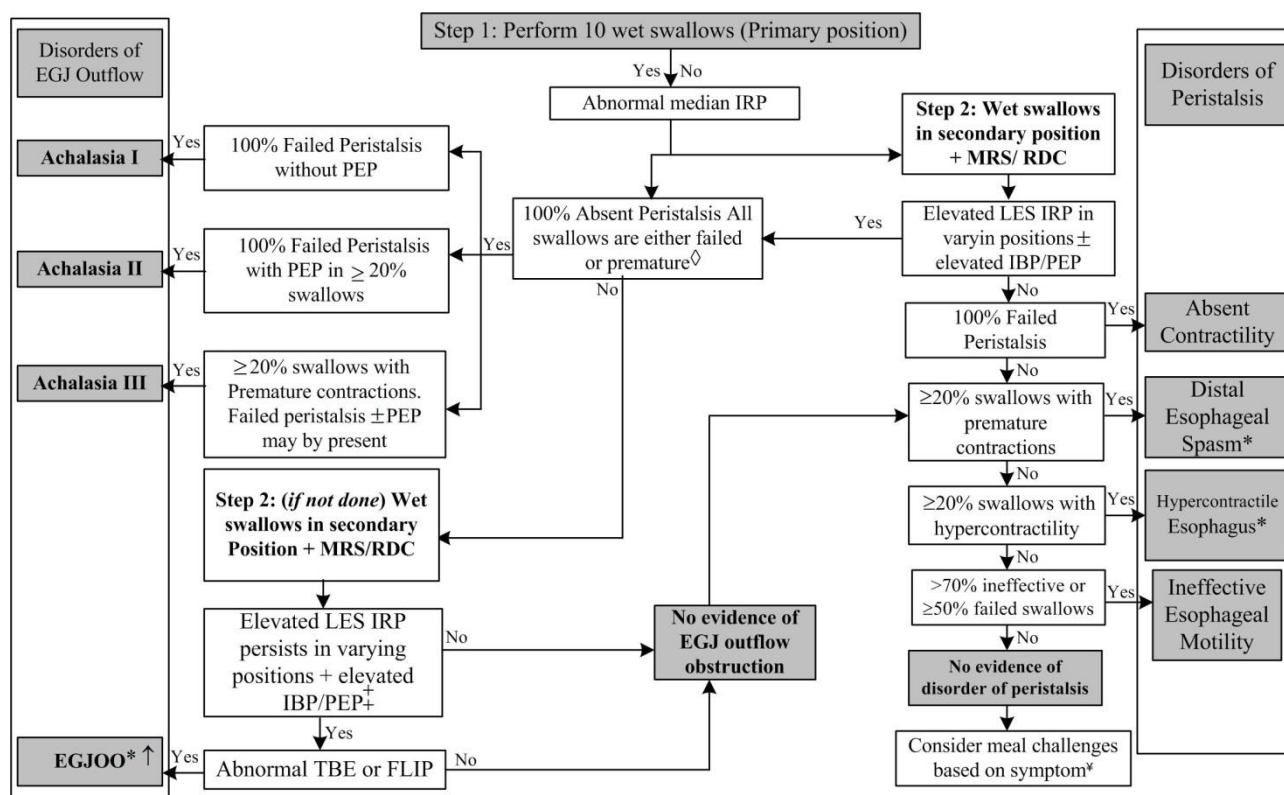
۲-۶. اختلالات پرستالسیس

۱-۲-۶. فقدان انقباض (Absent contractility)

۲-۲-۶. اسپاسم دیستال مری (DES)

۳-۲-۶. انقباض بیش از حد مری (Hypercontractile esophagus)

۴-۲-۶. حرکت غیر مؤثر مری (Ineffective esophageal motility)



الگوریتم ۴. طرح الگوریتمی طبقه‌بندی شیکاگو.

* الگوهای مانومتریک غیرمرتبط با علائم بالینی نشان داده شده است. تشخیص قطعی مرتبط با علائم بالینی به اطلاعات بیشتری نیاز دارد که ممکن است شامل علائم بالینی مرتبط و/یا آزمایشات حمایتگر باشد.

† بیماران با انسداد EGJ و وجود بلع پرستالتیک معیارهای دقیق EGJOO را برآورده می‌کنند و ممکن است دارای ویژگی‌هایی باشد که نشان دهنده آشالازی یا الگوهای دیگر مرتبط با اختلالات پرستالتیک منطبق با معیارهای اختلالات پرستالتیک باشند: EGJOO با ویژگی‌های اسپاستیک، EGJOO با hypercontractile esophagus، EGJOO با تحرک غیرموثر دیواره مری (ineffective motility)، یا EGJOO بدون شواهدی از اختلال پرستالتیک.

‡ چالش نوشیدن سریع (RDC)، بلع ماده غذایی جامد، و/یا تحریک فارماکولوژیک با آمیل نیتريت یا کوله‌سیستوکینین (در صورت وجود) می‌تواند برای ارزیابی انسداد کمک کننده باشند.

◇ بیمارانی که قبلاً بر اساس ۱۰ بلع در وضعیت اولیه، به عنوان بیماران بدون انقباض مری (absent contractility) معرفی شده‌اند، ممکن است آشالازی داشته باشند، به خصوص اگر در سایر وضعیت‌ها و/یا با انجام RDC و/یا MRS دارای IRP بالا باشند. این موارد باید برای آشالازی نوع I یا II غیرقطعی (inconclusive) در نظر گرفته شوند و با TBE/FLIP بیشتر مورد ارزیابی قرار گیرند.

⌘ اگر شواهدی دال بر اختلال پرستالتیک یا انسداد خروجی EGJ در بیماری که به احتمال زیاد EGJOO آن تشخیص داده نشده است، وجود داشته باشد تست بلع غذایی جامد (STM) کمک کننده است. اگر این بررسی غیرطبیعی باشد، احتمال انسداد مکانیکی باید دوباره بررسی شود. در یک بیمار مبتلا به رگورژیتاسیون یا آروغ زدن، می‌توان از مانومتري امپدانس با وضوح بالا (HRIM) پس از غذا برای ارزیابی اختلالات مرتبط با نشخوار/آروغ زدن استفاده کرد.

- EGJ: esophagogastric junction; EGJOO: EGJ-outflow obstruction; PEP: panesophageal pressurization; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge; LES: lower esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; IBP: intrabolus pressure; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe; STM: solid test meal; HRIM: high resolution-impedance manometry.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

جدول ۶. طبقه‌بندی و تعاریف مانومتری.

طبقه‌بندی	اختلال	تعریف
اختلالات خروجی EGJ (IRP بالا)	آشالازی تیپ I	IRP بیشتر از ULN ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) حداقل فشار در مری (IBP) کمتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه) در تمام بلع‌ها
	آشالازی تیپ II	IRP بیشتر از ULN ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) panesophageal pressurization $\leq 20\%$ بلع‌ها
	آشالازی تیپ III ^a	IRP بیشتر از ULN نبود پرستالسیس طبیعی انقباضات زودرس/اسپاستیک (premature/spastic) با DCI نرمال $\leq 20\%$ بلع‌ها
	اختلالات انسدادی خروجی EGJ ^{b, c} (EGJOO)	IRP بیشتر از ULN (در وضعیت نشسته یا خوابیده) $\leq 20\%$ افزایش فشار حین بلع (IBP) (در وضعیت خوابیده) معیارهای تشخیصی لازم را برای آشالازی را نداشته باشد.
اختلالات پرستالسیس (IRP طبیعی یا پایین)	فقدان انقباض (Absent contractility)	IRP نرمال (در وضعیت خوابیده و نشسته) ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed)
	اسپاسم دیستال مری ^c (DES)	IRP نرمال انقباضات زودرس/اسپاستیک (premature/spastic) $\leq 20\%$ بلع‌ها
	انقباض بیش از حد مری ^c (Hypercontractile esophagus)	IRP نرمال بلع‌های hypercontractile $\leq 20\%$ بلع‌ها
	حرکت غیرمؤثر مری (IEM)	IRP نرمال بلع غیرمؤثر (ineffective) $< 70\%$ یا پرستالسیس ناموفق (failed) $\leq 50\%$ بلع‌ها بلع‌های غیرمؤثر شامل: • پرستالسیس ناموفق (failed): $DCI > 100 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ • پرستالسیس ضعیف (weak): $DCI < 100 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ ، اما $> 45 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ • بلع‌های fragmented: large break (< 5 سانتی‌متر) در ایزوباریک contour ۲۰ میلی‌متر جیوه در $DCI \leq 45 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$

^a تمایز بین آشالازی نوع III و EGJOO قطعی می‌تواند بسیار مشکل باشد. در طبقه‌بندی شیکاگو، آشالازی با ۱۰۰٪ عدم وجود پرستالسیس تعریف می‌شود، که شامل پرستالسیس‌های ناموفق (failed) یا زودرس (premature) هستند.

^b بیماران با انسداد EGJ همراه با شواهد پرستالسیس معیارهای EGJOO را پر کرده و ممکن است دارای ویژگی‌هایی باشند که نشان دهنده آشالازی یا سایر الگوهای پرستالسیس است که بر اساس معیارهای تعریف شده برای اختلالات پرستالسیس استفاده می‌شود: EGJOO با ویژگی‌های اسپاستیک ($\leq 20\%$ انقباضات premature)، EGJOO با ویژگی‌های hypercontractile، EGJOO با IEM، یا EGJOO بدون شواهدی از اختلالات پرستالسیس.

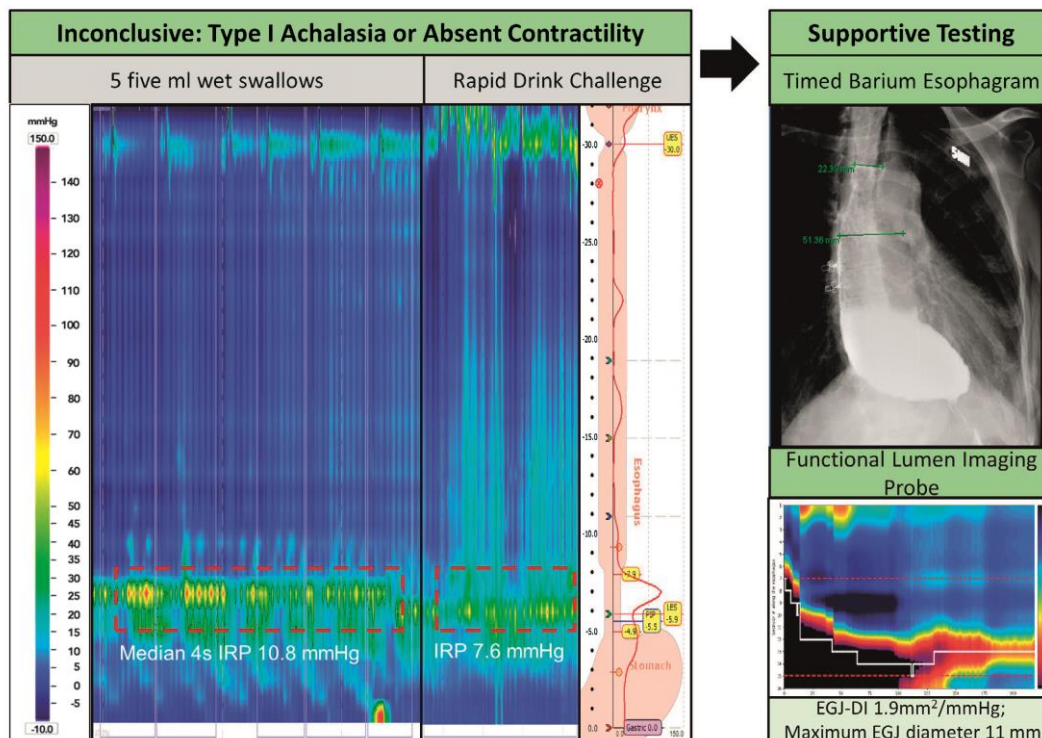
^c ارتباط الگوهای مانومتری با شواهد بالینی نامشخص است. تشخیص قطعی، نیازمند علائم بالینی (دیسفاژی و/یا درد غیر قلبی قفسه سینه) و/یا تست‌های supportive است.

- EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure; ULN: upper-limit of normal; IBP: intrabolus pressure; DCI: distal contractile integral; EGJOO: EGJ-outflow obstruction; DES: distal esophagus spasm; IEM: ineffective esophageal motility; s: second; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

۶-۱. اختلالات حرکتی خروجی مری در محل EGJ (EGJOO)

اختلالات در محل EGJ شامل آشالازی (نوع I، II و III) و انسداد خروجی مری در محل EGJ (EGJOO) است. تمام اختلالات خروجی مری در محل EGJ نیاز به یک IRP غیرطبیعی در وضعیت اولیه دارند. در مواردی که ۱۰۰٪ پریستالسیس وجود ندارد (DCI کمتر از ۱۰۰ mmHg.cm.s در همه بلع‌ها)، احتمال آشالازی مطرح است، و IRP بالا تشخیص آشالازی را قطعی خواهد کرد. وجود پریستالسیس، احتمال وجود اختلال حقیقی LES را کاهش داده و در این شرایط، تست‌هایی مانند انجام مانومتري در وضعیت نشسته، یا سایر تست‌های تحریکی مثل RDC یا STM برای تشخیص لازم است.

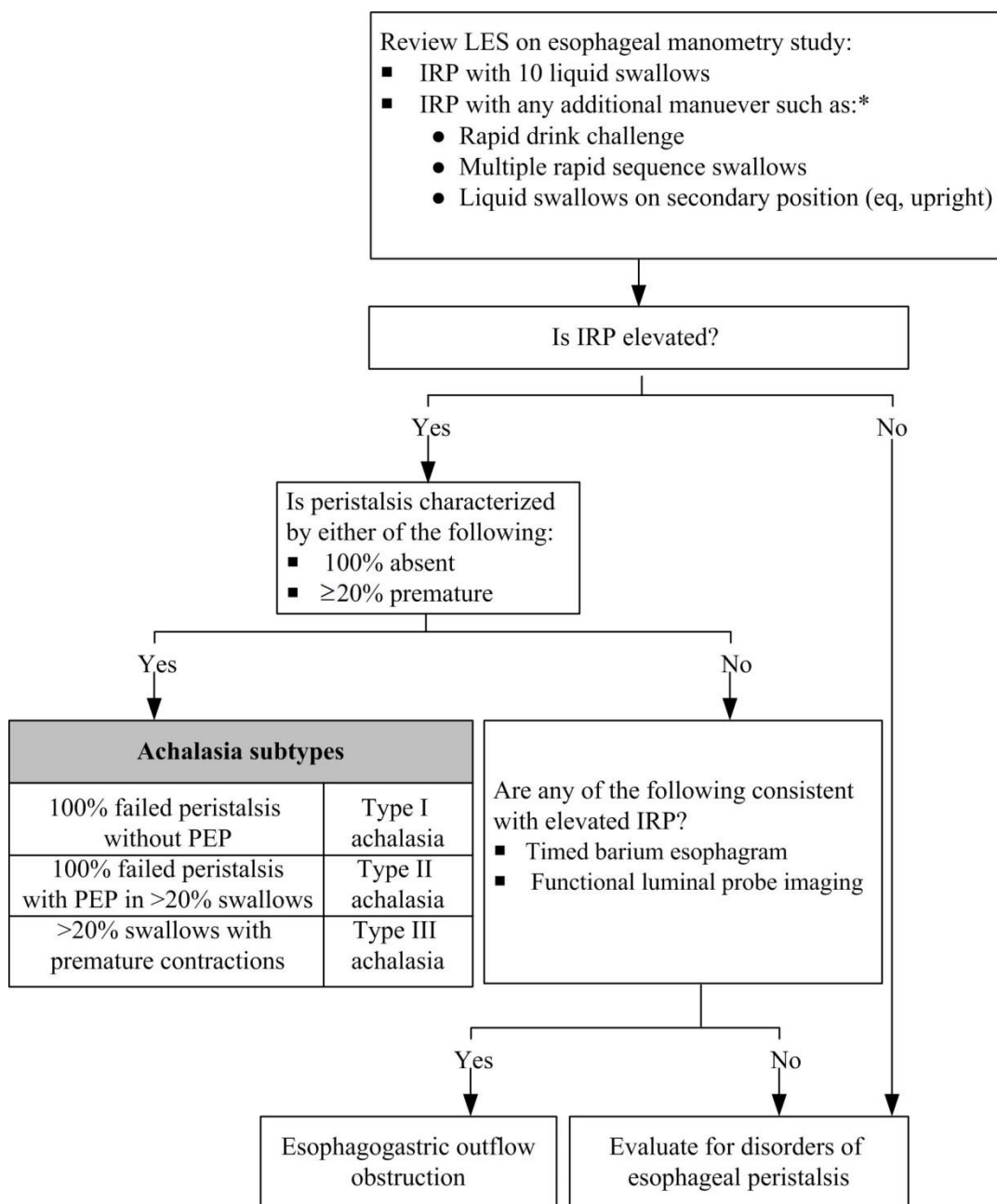


شکل ۳۶. اختلالات حرکتی خروجی مری در محل EGJ.

تشخیص غیرقطعی (inconclusive) آشالازی یا فقدان انقباض (absent contractility) نیاز به تست‌های حمایتگر دارند. یافته‌ها برای آشالازی نوع ۱ قطعی نیستند، زیرا در بررسی با بلع ۵ میلی‌لیتر مایع ۱۰۰٪ پریستالسیس ناموفق (failed) وجود دارد اما IRP در محدوده‌ی بالای نرمال (ULN) می‌باشد. چالش نوشیدن سریع (RDC) نشان می‌دهد که عدم وجود مهار بلع در اسفنکتر تحتانی مری (LES) وجود دارد. در چنین حالتی که نتایج غیرقطعی وجود دارد، تست حمایتی با باریوم ازوفاگرافم زمان‌بندی‌شده (TBE) و/یا پروب تصویربرداری عملکردی اندولومینال (FLIP) مورد نیاز است. در اینجا، ازوفاگرافی باریوم زمان‌بندی‌شده نشان می‌دهد که مری دیستال گشاد شده و باریوم احتباس یافته است. در FLIP، شاخص انبساط (distensibility index) محل اتصال مری به معده (EGJ-DI) کاهش می‌یابد، حداکثر قطر EGJ کاهش می‌یابد و انقباض در پاسخ به اتساع وجود ندارد.

- EGJ: esophagogastric junction; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; IRP: integrated relaxation pressure; EGJ-DI: EGJ-distensibility index; mm: millimeter; ULN: upper limit of normal; RDC: rapid drink challenge; LES: lower esophageal sphincter; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



الگوریتم ۵. طبقه‌بندی شیکاگو برای تفسیر مانومتری مری: ارزیابی اختلالات EGJOO.

* برای ارزیابی بیشتر انسداد EGJ، ممکن است از مانورهای تکمیلی شامل چالش نوشیدن سریع (RDC)، بلع مایعات در وضعیت ثانویه (مثلاً upright)، و/یا بلع سریع متوالی (MRS) استفاده شود. این مانورها ممکن است در صورت مشکوک بودن به IRP غیرطبیعی یا به عنوان بخشی از پروتکل یک مرکز انجام شوند.

مانومتری تشخیص احتمالی را نشان می‌دهد، اما باید با علائم و تست‌های حمایتی تأیید شود.

- EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; LES: lower esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; PEP: panesophageal pressurization; RDC: rapid drink challenge; MRS: multiple rapid swallow.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0 ©. Neurogastroenterol Motil 2021; 33(1):e14058.

۶-۱-۱. آشالازی (Achalasia)

طبقه‌بندی شیکاگو، آشالازی را به سه زیرگونه تقسیم می‌کند: نوع I که آشالازی کلاسیک است، نوع II که با افزایش فشار در سرتاسر مری (panesophageal pressurization) دیده می‌شود، و نوع III که به آن آشالازی اسپاستیک (spastic) هم می‌گویند. همانطور که گفته شد، در به روز رسانی جدید طبقه‌بندی شیکاگو برای آشالازی، IRP غیرطبیعی در یکی از وضعیت‌های اولیه‌ی خوابیده یا نشسته کافی است (اگر همراه با ۱۰ بلع مایع [wet swallow] انجام شود) و به IRP غیرطبیعی در هر دو حالت خوابیده و نشسته نیاز ندارد. به علاوه، تعریف آشالازی در طبقه‌بندی شیکاگو مستلزم ۱۰۰٪ فقدان پرستالسیس (aperistalsis) است که به مفهوم پرستالسیس ناموفق (failed peristalsis) یا انقباض زودرس (premature contraction) می‌باشد.

تشخیص قطعی (conclusive) آشالازی

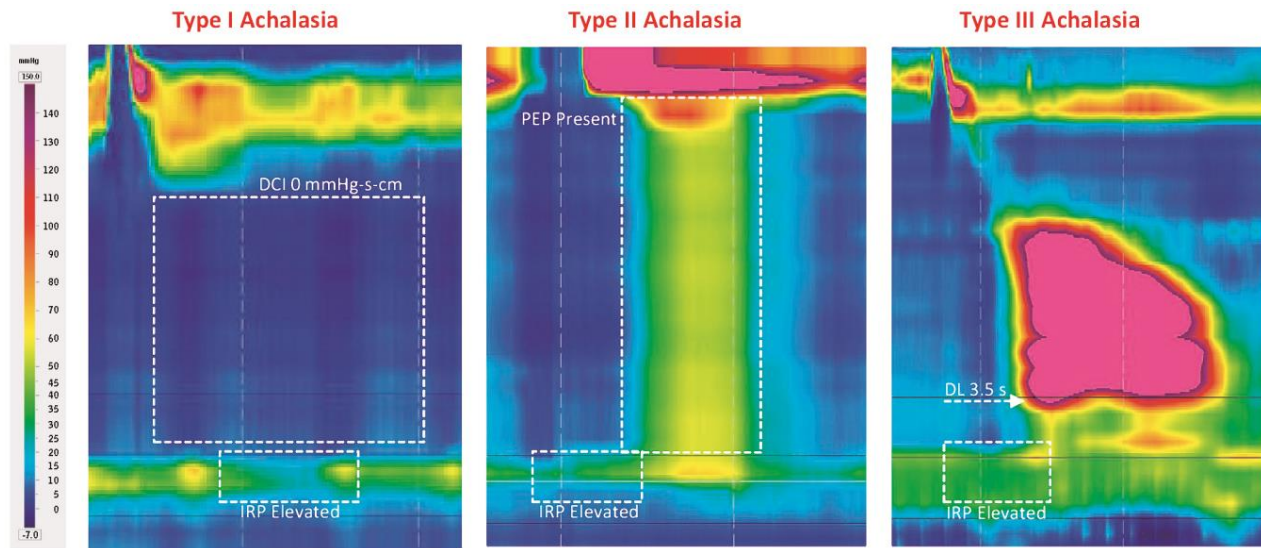
- آشالازی نوع I: تشخیص قطعی آشالازی نوع I با مشاهده یک IRP غیرطبیعی و ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) و IBP کمتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه در همه بلع‌ها گذاشته می‌شود.
- آشالازی نوع II: تشخیص قطعی آشالازی نوع II با وجود یک IRP غیرطبیعی همراه با ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) و وجود افزایش فشار سرتاسر مری (panesophageal pressurization) در ۲۰٪ یا بیشتر موارد بلع گذاشته می‌شود.
- آشالازی نوع III یا اسپاستیک: تشخیص قطعی آشالازی نوع III با وجود یک IRP غیرطبیعی و شواهد اسپاسم در ۲۰٪ یا بیشتر موارد بلع یا که به صورت انقباض زودرس (premature) می‌باشند.

تشخیص غیرقطعی (Inconclusive) آشالازی

تشخیص غیرقطعی (inconclusive) آشالازی نوع I یا II شامل عدم وجود انقباض، بدون پرستالسیس قابل ملاحظه، در حضور مقادیر IRP در محدوده‌ی بالای نرمال (ULN) در هر دو وضعیت خوابیده یا نشسته، با یا بدون افزایش فشار سرتاسر مری (panesophageal pressurization) در ۲۰٪ یا بیشتر موارد بلع می‌باشد.

شواهد پرستالسیس قابل ملاحظه با تغییر وضعیت در بیماران با الگوی آشالازی نوع I یا II می‌تواند تشخیص را به سمت یک تشخیص غیرقطعی (inconclusive) که نیاز به تست‌های حمایت‌گر جهت تشخیص دارد سوق دهد.

تشخیص غیرقطعی (inconclusive) آشالازی نوع III شامل یک IRP غیرطبیعی همراه با شواهد اسپاسم و شواهد پرستالسیس است. اگر این بیماران معیارهای EGJOO را پر کنند (همانطور که جزئیات آن در بخش EGJOO آمده است)، می‌بایست به عنوان EGJOO با ویژگی‌های اسپاستیک طبقه‌بندی شوند که در واقع گونه‌ای از آشالازی می‌باشند.



Courtesy of Center for Esophageal Health at New York University Langone Health

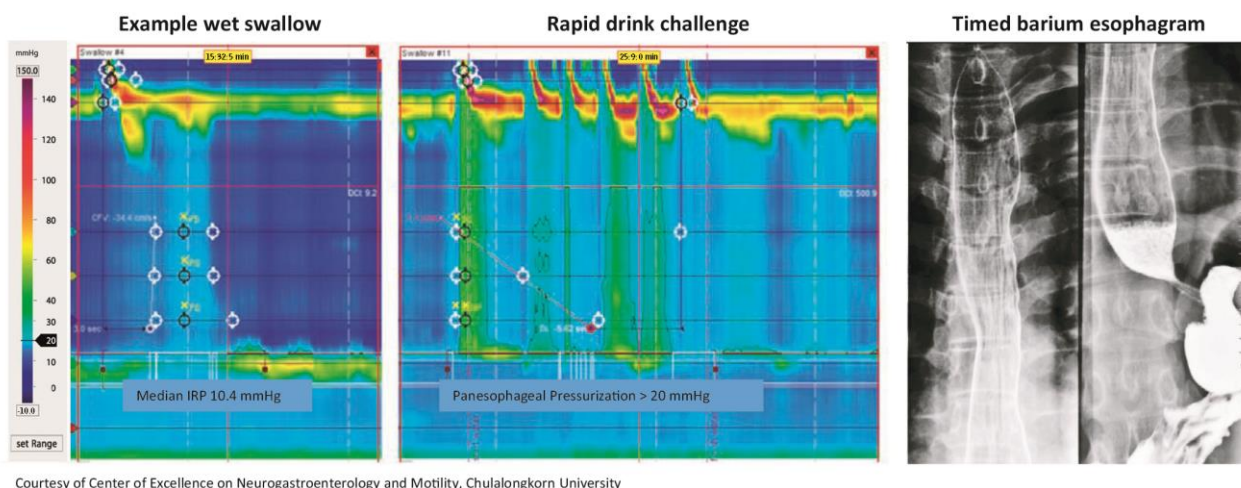
شکل ۳۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM): انواع آشالازی در طبقه‌بندی شيكاگو.

آشالازی نوع I: IRP افزایش یافته (≤ 15 میلی‌متر جیوه)، پرستالسیس ناموفق (failed)، بدون panesophageal pressurization.
 آشالازی نوع II: IRP افزایش یافته (≤ 15 میلی‌متر جیوه)، پرستالسیس ناموفق (failed)، همراه با panesophageal pressurization.
 آشالازی نوع III: IRP افزایش یافته (≤ 15 میلی‌متر جیوه)، انقباض زودرس (premature) با DCI نرمال.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; IRP: integrated relaxation pressure; PEP: panesophageal pressurization; DL: distal latency.
- Khan A, Yadlapati R, Gonlachanvit S, et al. Chicago Classification update (version 4.0): Technical review on diagnostic criteria for achalasia. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14182.

ملاحظات تکمیلی برای آشالازی

- در نظر گرفتن cutoff اسپاسم در ۲۰٪ موارد بلع، یک تصمیم اختیاری است و اطمینان در تشخیص آشالازی نوع III در صورت وجود تعداد بیشتری اسپاسم یا انقباض زودرس (premature) افزایش می‌یابد.
- تست حمایتگر با باریوم ازوفاگرام زمان‌بندی شده (TBE)، ترجیحاً همراه با بلع قرص باریوم و یا با استفاده از FLIP می‌بایست در بیماران با تشخیص غیرقطعی آشالازی، به خصوص در شرایطی که دیسفاژی به عنوان علامت شاخص بالینی در بیمار وجود داشته در نظر گرفته شود.
- مصرف مواد مخدر ممکن است الگوی انقباضی مشابه آشالازی نوع III ایجاد کنند. بنابراین در صورت امکان بیماران باید بدون استفاده از داروهای مخدر مورد مطالعه قرار گیرند. زمان قطع مصرف مواد مخدر باید بر اساس نیمه عمر دارو باشد.



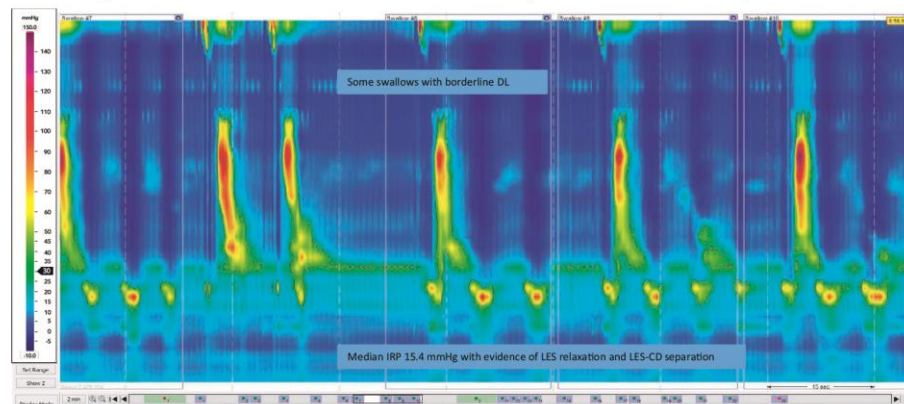
Courtesy of Center of Excellence on Neurogastroenterology and Motility, Chulalongkorn University

شکل ۳۸. مانومتري با وضوح بالا (HRM) و باريوم ازوفագرام زمان‌بندی شده (TBE) در آشالازی.

نمونه مانومتري با وضوح بالا (HRM) و یک باريوم ازوفագرام زمان‌بندی شده (TBE) برای تشخیص HRM غیرقطعی آشالازی نوع I. HRM ۱۰۰٪ فقدان پرستالسیس (aperistalsis)، بدون PEP و با IRP بینابینی را نشان می‌دهد. چالش نوشیدن سریع (RDC)، $PEP < 20$ میلی‌متر جیوه را نشان می‌دهد. TBE نشان دهنده‌ی اتساع خفیف مری دیستال با باریک شدن EGJ با نمای نوک منقار (bird's beak) و تأخیر در انتقال باريوم است. تست‌های حمایتی با تشخیص آشالازی مطابقت دارد.

- HRM: high-resolution manometry; TBE: timed-barium esophagram; mmHg: millimeter of mercury; IRP: integrated relaxation pressure; PEP: panesophageal pressurization; RDC: rapid drink challenge; EGJ: esophagogastric junction.
- Khan A, Yadlapati R, Gonlachanvit S, et al. Chicago Classification update (version 4.0): Technical review on diagnostic criteria for achalasia. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14182.

Inconclusive type III achalasia on HRM with borderline IRP values, $\geq 20\%$ with abnormal DL, and occasional swallows with borderline normal DL

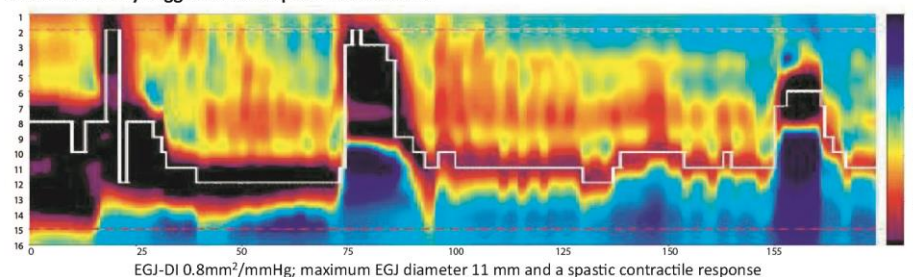


Timed Barium Esophagram



Bolus entrapment with obstruction at the EGJ and simultaneous uncoordinated contractions

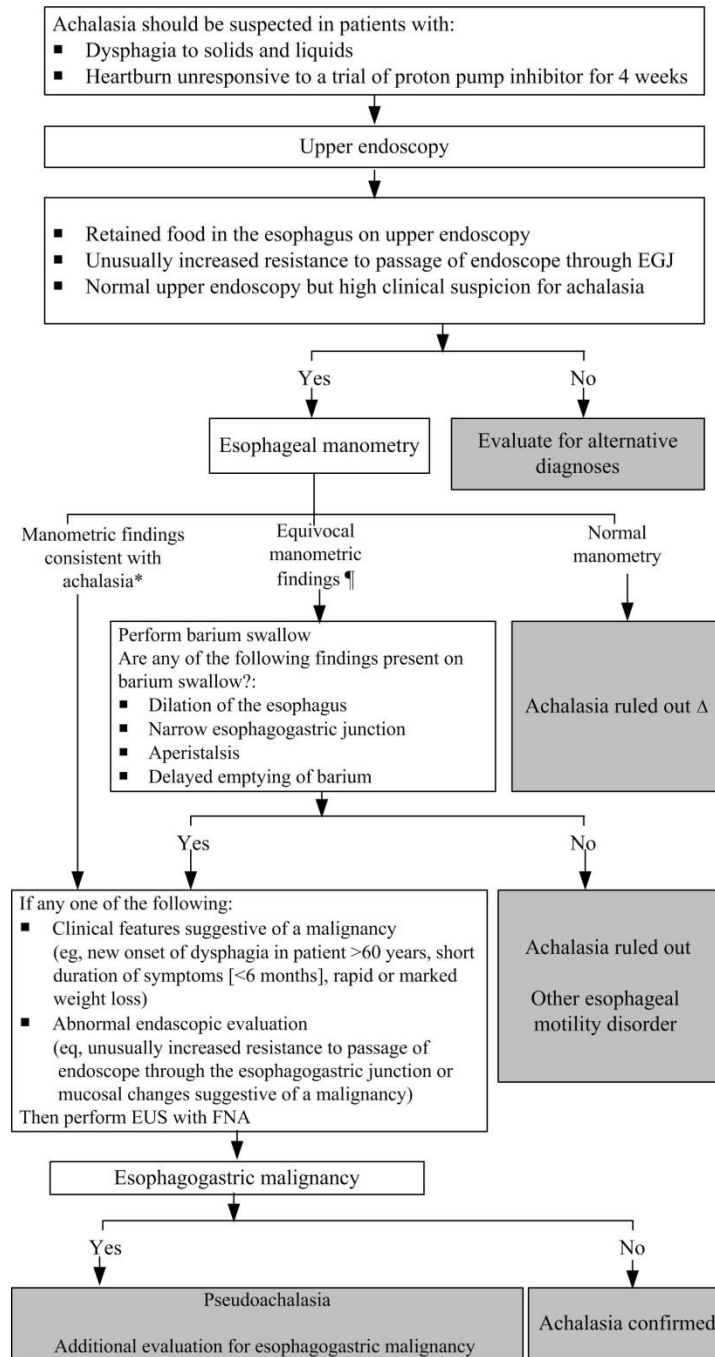
FLIP Panometry suggestive of a spastic obstruction



شکل ۳۹. مانومتري با وضوح بالا (HRM)، پروپ تصويربرداري عملکردي اندولومينال (FLIP) و باريم ازوفاگرام زمان‌بندی شده (TBE) در آشالازی.

نشان‌دهنده مانومتري با وضوح بالا (HRM)، پروپ تصويربرداري عملکردي اندولومينال (FLIP) و یک باريم ازوفاگرام زمان‌بندی شده (TBE) برای تشخيص غيرقطعی (inconclusive) آشالازی نوع III در HRM. HRM مقدار IRP را بينابينی و بلع با $DL \leq 20\%$ و شواهد اسپاسم را نشان می‌دهد. پانومتري FLIP یک EGJ-DI غيرطبیعی و حداکثر قطر EGJ را همراه با یک پاسخ انقباضی اسپاستیک نشان می‌دهد. TBE نشان‌دهنده انقباضات ناهماهنگ همزمان با انسداد در EGJ است. تست‌های حمایتی با تشخيص آشالازی مطابقت دارد.

- HRM: high-resolution manometry; FLIP: functional luminal imaging probe; TBE: timed-barium esophagram; IRP: integrated relaxation pressure; DL: distal latency; mmHg: millimeter of mercury; LES: lower esophageal sphincter; LES-CD: LES-crural diaphragm; EGJ: esophagogastric junction; ml: milliliter; EGJ-DI: EGJ-distensibility index; mm: millimeter.
- Khan A, Yadlapati R, Gonlachanvit S, et al. Chicago Classification update (version 4.0): Technical review on diagnostic criteria for achalasia. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14182.



الگوریتم ۶. ارزیابی تشخیصی بیماران مشکوک به آسالازی.

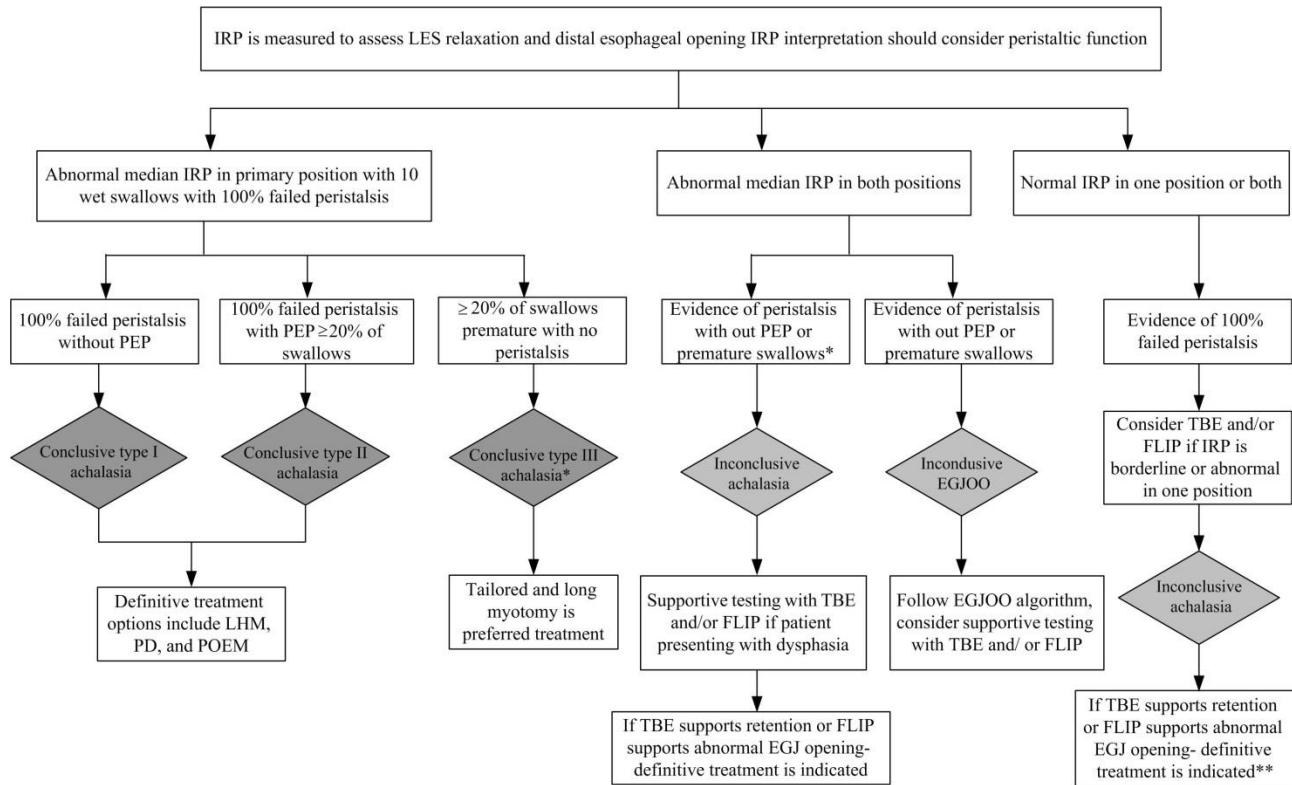
* یافته‌های مانومتریک تشخیصی آسالازی: relax شدن ناکامل اسفنکتر تحتانی مری (LES) (IRP بالاتر از محدوده‌ی بالای نرمال [ULN]) و فقدان پریستالسیس (aperistalsis) در دو سوم دیستال مری است.

¶ نشانه‌های مانومتریک دوپهلو (equivocal): relax شدن ناکامل اسفنکتر تحتانی مری (LES)، اما مقداری پریستالسیس حفظ شده است یا مقداری relax شدن کامل اسفنکتر تحتانی مری (LES)، با فقدان پریستالسیس (aperistalsis).

Δ ارزیابی اضافی باید بر اساس علائم بیمار باشد.

● EGJ: esophagogastric junction; EUS: endoscopic ultrasound; FNA: fine-needle aspiration; LES: lower esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; ULN: upper limit of normal.

■ Spechler SJ, Talley NJ. Achalasia: pathogenesis, clinical manifestations, and diagnosis (Topic 2268). UpToDate (2022).



الگوریتم ۷. تشخیص آسالاژی طبق طبقه‌بندی شیکاگو.

- IRP: integrated relaxation pressure; LES: lower esophageal sphincter; PEP: panesophageal pressurization; LHM: laparoscopic Heller myotomy; PD: pneumatic dilation; POEM: peroral endoscopic myotomy; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe; EGJ: esophagogastric junction; EGJOO: EGJ-outflow obstruction.
- Khan A, Yadlapati R, Gonlachanvit S, et al. Chicago Classification update (version 4.0): Technical review on diagnostic criteria for achalasia. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14182.

معیارهای تشخیصی آشالازی در EPT در یک نگاه

آشالازی تیپ I	IRP بیشتر از ULN ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) حداقل فشار در مری (IBP) کمتر از ۳۰ میلی متر جیوه) در تمام بلع‌ها
آشالازی تیپ II	IRP بیشتر از ULN ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) panesophageal pressurization $\leq 20\%$ بلع‌ها
آشالازی تیپ III	IRP بیشتر از ULN نبود پرستالسیس طبیعی انقباضات زودرس/اسپاستیک (premature/spastic) با DCI نرمال $\leq 20\%$ بلع‌ها

- EPT: esophageal pressure topography; IRP: integrated relaxation pressure; ULN: upper limit of normal; IBP: intrabolus pressure; DCI: distal contractile integral.

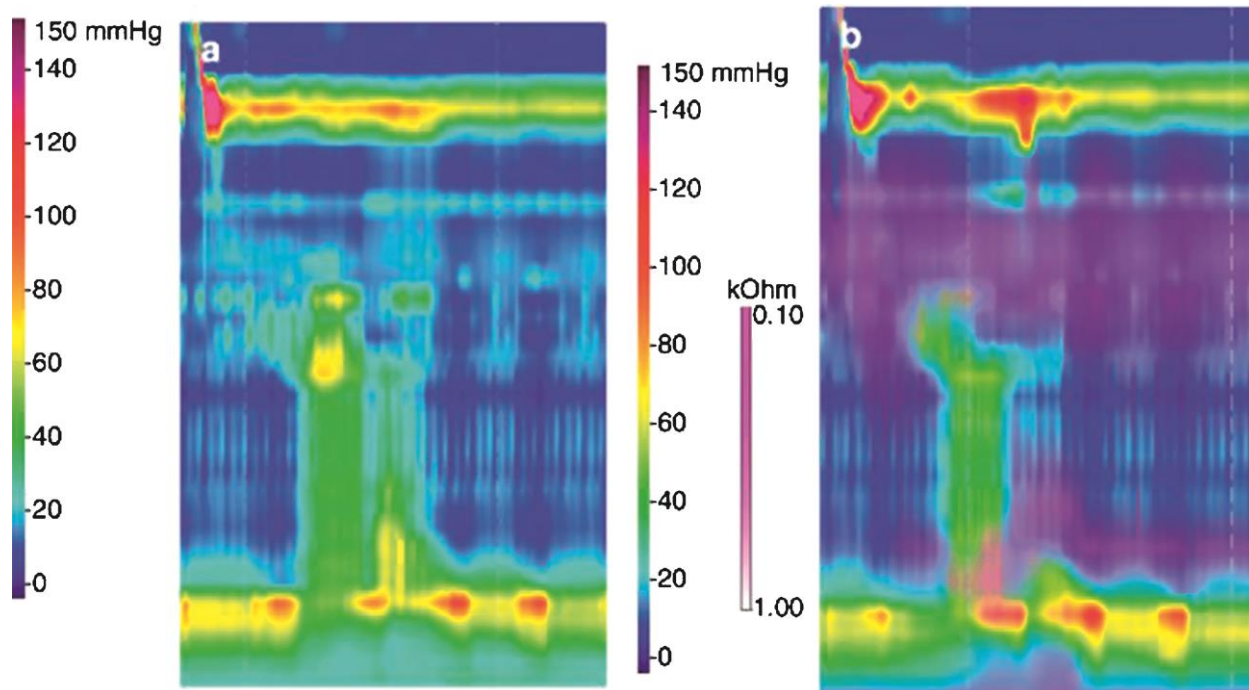
نکات بالینی

آشالازی می‌تواند در هر سنی رخ دهد، ولی معمولاً در سن ۲۵ تا ۶۰ سالگی تشخیص داده می‌شود. میزان ابتلا در زنان و مردان یکسان است. دیسفاژی به جامدات و مایعات، رگورژیتاسیون غذای هضم نشده یا بزاق از شایعترین علائم در بیماران مبتلا به آشالازی است. علائم دیگر شامل درد قفسه سینه، سوزش سر دل، و مشکل در آروغ زدن است. آشالازی ثانویه به دلیل بیماری‌هایی است که باعث ناهنجاری‌های حرکتی مری مشابه یا یکسان با آشالازی اولیه می‌شوند. این اختلالات شامل این موارد هستند: بدخیمی‌ها بویژه کارسینوم معده، بیماری شاگاس، آمیلوئیدوز، نوروفیبروماتوز، ازوفاجیت ائوزینوفیلیک، MEN-2B، سندرم شوگرن juvenile با آشالازی و hypersecretion معده، انسداد کاذب ایدیوپاتیک و مزمن روده (CIPO)، بیماری Anderson-Fabry.

آشالازی کاذب (Pseudoachalasia)

بدخیمی می‌تواند با حمله‌ی مستقیم به شبکه‌ی عصبی مری (به عنوان مثال، آدنوکارسینوم EGJ) یا از طریق انتشار عوامل هومورال نامشخص که عملکرد مری را به عنوان بخشی از سندرم پارانئوپلاستیک مختل می‌کند، باعث ایجاد آشالازی کاذب (pseudoachalasia) شود. علاوه بر کارسینوم معده، تومورهای دیگری که می‌توانند این سندرم را ایجاد کنند، عبارتند از کانسر مری، کارسینوم ریه، لنفوم و کارسینوم پانکراس. بیماران مبتلا به آشالازی کاذب می‌توانند یافته‌های مانومتریک مشابهی با بیماران مبتلا به آشالازی داشته باشند، اما می‌توان آنها را با اندوسکوپی فوقانی و سونوگرافی اندوسکوپی (EUS) با FNA افتراق داد. اندیکاسیون‌های بررسی بدخیمی با EUS (و FNA) در بیماران با تشخیص احتمالی آشالازی:

۱. شواهد بالینی بدخیمی (مثل طول مدت علائم کمتر از ۶ ماه، شروع جدید دیسفاژی در سن بیشتر از ۶۰ سال، کاهش وزن سریع یا قابل توجه)
۲. یافته‌های غیرطبیعی در اندوسکوپی فوقانی (مثل مقاومت بالا و غیرمعمول در مقابل عبور اسکوپ از EGJ، تغییرات مخاطی مطرح‌کننده‌ی بدخیمی)



شکل ۴۰. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در آشالازی کاذب (pseudoachalasia).

A: اسفنکتر فوقانی مری (UES) همانند معمول در پاسخ به بلع مایع (wet swallow) باز می‌شود، اما هیچ یک از پریستالسیس‌های اولیه و طبیعی مری در طول مری وجود ندارد. متعاقباً compartmentalization مری وجود دارد که به صورت یک ستون عمودی با فشار بالا مشاهده می‌شود. IRP در حد ۳۷ میلی‌متر جیوه است که بیانگر فشار زمان استراحت غیرطبیعی (افزایش‌یافته) در اسفنکتر تحتانی مری (LES) می‌باشد. مطالعه مانومتريک، نشان‌دهنده آشالازی نوع III است، اما انجام ارزیابی اندوسکوپی و تصویربرداری (در صورت نیاز بالینی) برای رد پاتولوژی‌های انسدادی دیستال مری از جمله تنگی‌ها، web، بدخیمی‌ها (تومورهای داخل مجرا یا خارج مجرا) عاقلانه به نظر می‌رسد. در این بیمار مشخص شد که متاستاز کارسینوم کبدی به مری دیستال وجود داشته است که در تصویربرداری مقطعی رؤیت شده است، ولی در اندوسکوپی فوقانی طبیعی به نظر می‌رسیده است.

B: مطالعه امپدانس در سودوآشالازی، فرار بولوس (bolus scape) را در مری پروگزیمال نشان می‌دهد. اسفنکتر تحتانی مری (LES) پس از شروع بلع مایع (wet swallow)، relax نمی‌شود، بنابراین بولوس در مری دیستال باقی می‌ماند و به طور کامل پاک نمی‌شود که به صورت مقاومت (impedance) پایین مداوم (رنگ بنفش) در انتهای بلع مایع (wet swallow) نشان داده شده است.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; kOhm: kilo ohm; UES: upper esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; LES: lower esophageal sphincter.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۶-۱-۲. انسداد خروجی مری در محل EGJ (EGJOO)

حدود ۱۰٪ از بیمارانی که تحت HRM قرار می‌گیرند الگوی حرکتی EGJOO دارند. در حالی که بخشی از بیماران با الگوی EGJOO ممکن است به سمت تشخیص آشالازی بروند یا نشان دهنده گونه‌ای از آشالازی باشند، بیش از یک سوم موارد آن ممکن است از نظر بالینی غیرمرتبط با آشالازی و مرتبط با علل خوش‌خیم از جمله اثرات انسدادی مکانیکی، استفاده از مواد مخدر، یا وجود آرتیفکت‌ها باشند که به تفصیل در بررسی‌های بعدی EGJOO توضیح داده می‌شود. برای جلوگیری از درمان‌های غیر ضروری و همچنین برای بهینه‌سازی نتایج، نکته‌ی حیاتی این است که مشخص شود کدام یک از بیماران مبتلا به علائم مانومتریک EGJOO، انسداد علامتدار دارند که نیازمند مداخله می‌باشد.

تشخیص قطعی EGJOO مرتبط با علائم بالینی

تشخیص مانومتریک EGJOO همیشه از نظر بالینی غیرقطعی در نظر گرفته می‌شود.

- تشخیص مانومتریک EGJOO شامل IRP بالا در وضعیت اولیه و ثانویه (upright و supine)، به علاوه افزایش فشار حین بلع (intrabolus pressure) در $\leq 20\%$ موارد بلع در وضعیت خوابیده (supine) همراه با شواهدی از پرستالسیس است.
- تشخیص قطعی مرتبط با علائم بالینی EGJOO، نیازمند تشخیص مانومتری EGJOO همراه با علائم مرتبط بالینی (شامل دیسفاژی و درد قفسه سینه غیر قلبی) و حداقل مثبت شدن یکی از تست‌های حمایتگر زیر برای انسداد می‌باشد (TBE ترجیحاً همراه با بلع قرص باریم و/یا با کمک FLIP).

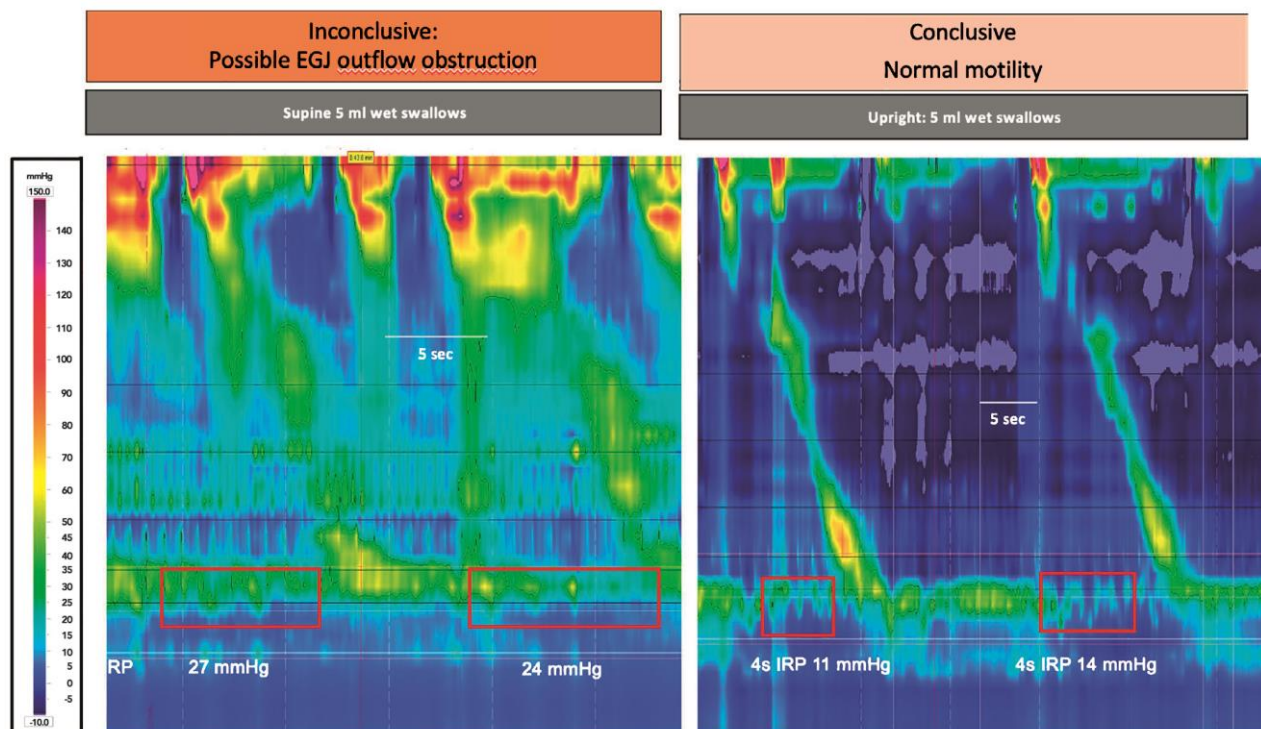
تشخیص غیرقطعی EGJOO (inconclusive):

یافته‌های غیرطبیعی ایزوله در مانومتری برای تشخیص EGJOO، غیرقطعی محسوب می‌شوند. این یافته‌ها شامل افزایش ایزوله IRP در وضعیت خوابیده، افزایش ایزوله IRP در وضعیت نشسته و یا افزایش ایزوله فشار حین بلع (intrabolus pressure) در وضعیت خوابیده می‌باشند.

ملاحظات تکمیلی برای EGJOO

شواهد مانومتریک زیر برای تشخیص EGJOO ضروری نیستند، اما از تشخیص حمایت می‌کنند:

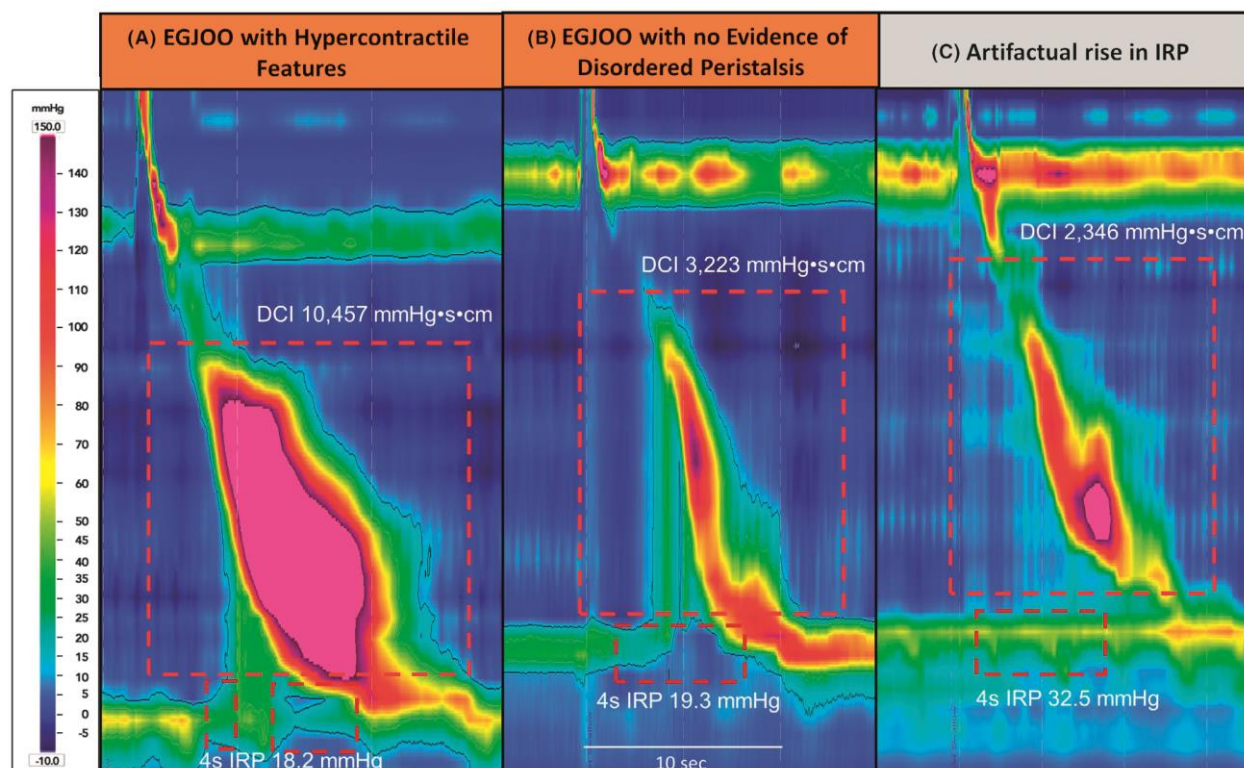
- انسداد خروجی مری و افزایش فشار مری (esophageal pressurization) طی RDC.
 - انسداد خروجی مری در طول بلع ماده جامد (solid test meal)، به ویژه اگر از نظر زمانی با علائم بیمار همراه باشد.
 - عملکرد غیرطبیعی EGJ به دنبال مصرف داروهای محرک.
- توصیف EGJOO بر اساس الگوی پرستالسیس است که شامل: EGJOO با ویژگی اسپاستیک (شاخصه آشالازی نوع III)، EGJOO با ویژگی انقباض بیش از حد (hypercontractile)، EGJOO با انقباضات غیر مؤثر (ineffective motility)، یا EGJOO بدون شواهدی از اختلال پرستالسیس.



شکل ۴۱. مانومتري با وضوح بالا (HRM): EGJOO.

انسداد خروجی EGJ با IRP بیشتر از ۱۵ میلی‌متر جیوه با بلع مایع (wet swallow) در حالت supine (بیشتر از حالت upright) دیده می‌شود. بسیاری از این موارد artifact هستند و با افزایش فشار داخل بولوس مرتبط نیستند و به فشار روی حس‌گرها (sensor) در هنگام عبور کاتتر از EGJ مربوط می‌شوند. اگر یافته‌های ناسازگاری وجود داشته باشد، تست‌های تحریکی برای شناسایی افراد مبتلا به بیماری مرتبط بالینی مفید هستند.

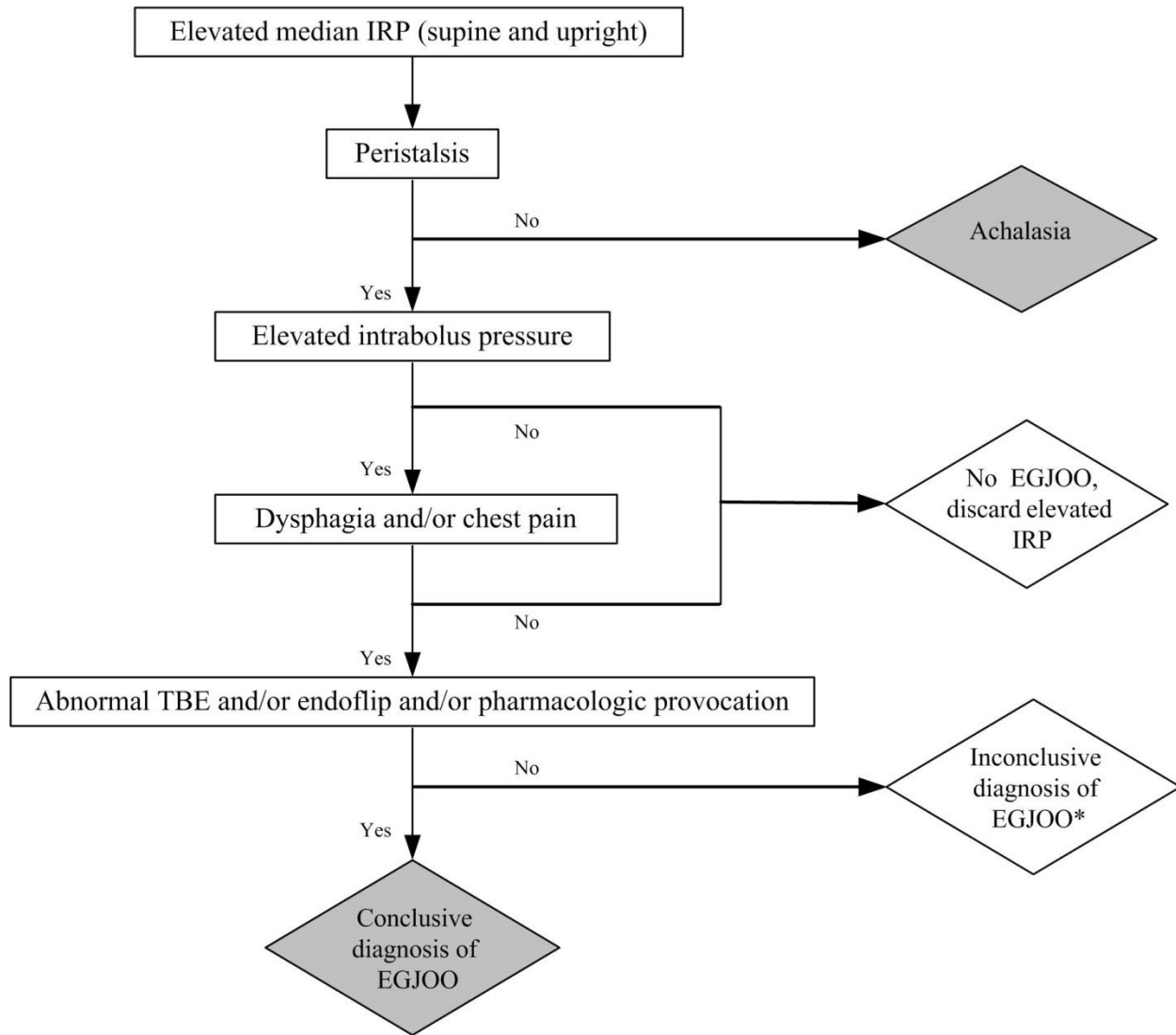
- HRM: high-resolution manometry; EGJ: esophagogastric junction; mmHg: millimeter of mercury; ml: milliliter; sec: second; IRP: integrated relaxation pressure.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high-resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.



شکل ۴۲. مانومتری با وضوح بالا (HRM): زیرگروه‌های EGJOO

(A) EGJOO با ویژگی‌های انقباض بیش از حد (hypercontractile): IRP افزایش یافته با فشار داخل بولوس بالا (intrabolus pressurization) و انقباض بیش از حد حین بلع
 (B) EGJOO بدون شواهدی از اختلال پرستالسیس: IRP بالا همراه با قدرت انقباضی طبیعی در پرستالسیس‌ها.
 (C) EGJOO مانومتریک مربوط به افزایش فشار ساختگی در IRP: IRP افزایش یافته بدون فشار داخل بولوس بالا (intrabolus pressurization). احتمالاً با آرتیفکت مرتبط است.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; IRP: integrated relaxation pressure; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



الگوریتم ۸. تشخیص EGJOO طبق طبقه‌بندی شیکاگو.

در صورت عدم وجود فشار داخل بولوس (IBP) بالا و در صورت عدم وجود علائم سازگار، IRP افزایش یافته بی اهمیت می‌شود. تنها زمانی که یک تست اضافی مانند باریوم ازوفاگوگرام زمان‌بندی شده (TBE) یا FLIP غیرطبیعی باشد، می‌توان تشخیص EGJOO را گذاشت. اگر اینطور نیست، توصیه ای قوی علیه درمان‌های قطعی وجود دارد، در عوض، در صورت تداوم علائم، تست می‌تواند در زمان مقرر تکرار شود.

- EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; IRP: integrated relaxation pressure; TBE: timed-barium esophagram; IBP: intrabolus pressure; FLIP: functional luminal imaging probe.

- Bredenoord AJ, Babaei A, Carlson D, et al. Esophagogastric junction outflow obstruction. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14193.

معیارهای تشخیصی EGJOO در EPT در یک نگاه

- IRP بیشتر از ULN (در وضعیت نشسته یا خوابیده)
- افزایش فشار حین بلع (IBP) (در وضعیت خوابیده) $\leq 20\%$ بلع‌ها
- معیارهای تشخیصی لازم برای آشالازی را نداشته باشد.

- EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; EPT: esophageal pressure topography; IRP: integrated relaxation pressure; ULN: upper limit of normal; IBP: intrabolus pressure.

نکات بالینی

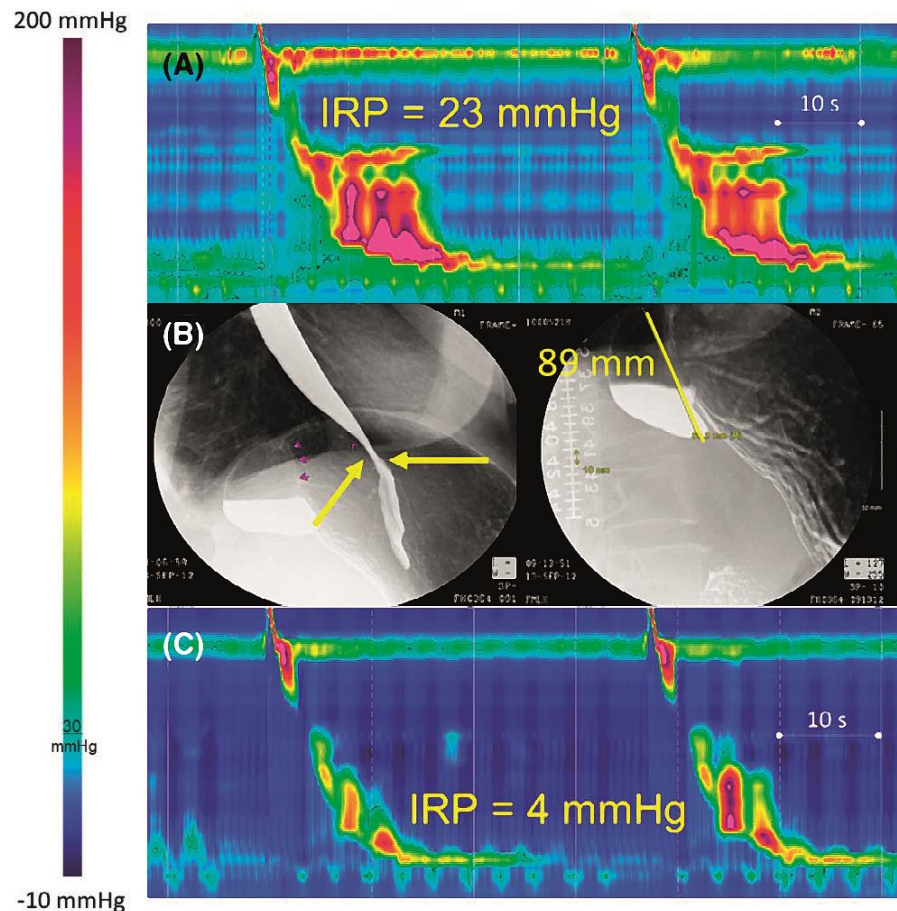
بر اساس یافته‌های مانومتری می‌توان به EGJOO مشکوک شد، اما نیاز به تأیید با سایر داده‌های بالینی دارد [علائم (به عنوان مثال، دیسفاژی)، تصویربرداری، اندوسکوپی، FLIP]، زیرا می‌تواند به آرتیفکت مربوط باشد. اگرچه EGJOO می‌تواند یک بیان ناقص یا یک مورد در حال تکامل آشالازی باشد، ولی مطالعات EGJOO را در اختلالات ارتشاحی خوش‌خیم و بدخیم نیز گزارش کرده‌اند. بنابراین، اولتراسونوگرافی اندوسکوپی (EUS) و/یا تصویربرداری CT برای رد نئوپلازی باید به عنوان بخشی از ارزیابی در نظر گرفته شود.

جدول ۷. اتیولوژی‌های EGJOO.

به اصطلاح: EGJOO عملکردی، شبیه به آشالازی	آشالازی اولیه یا بیان ناکامل آشالازی
ازوفازیت ائوزینوفیلیک، ازوفازیت، هرنی هیاتال، تنگی‌ها، ring، تومور EGJ، واریس‌های مری با ایجاد انسداد	علل مکانیکال
بیماری‌های ارتشاحی مری، فیبروز، بدخیمی	سفتی دیواره‌ی مری
مثل آترواسکلروز شدید یا آنوریسم بزرگ آئورت (dysphagia aortica)	فشار خارجی توسط عروق
بدلیل افزایش فشار داخل شکمی	چاقی مرکزی
EGJOO در مصرف‌کنندگان آپیوم بصورت مزمن شایعتر است.	اثرات آپیوم
جراحی با تأثیر بر EGJ (مثل فوندوپلیکاسیون، جراحی bariatric)، هرنی paraesophageal	تغییرات آناتومیک
خطای اندازه‌گیری	یافته‌ی منفی کاذب (normal variant)

- EGJ: esophagogastric junction; EGJOO: EGJ-outflow obstruction.

- Samo S, Qayed E. Esophagogastric junction outflow obstruction: Where are we now in diagnosis and management? World J Gastroenterol 2019; 28; 25(4): 411-417.



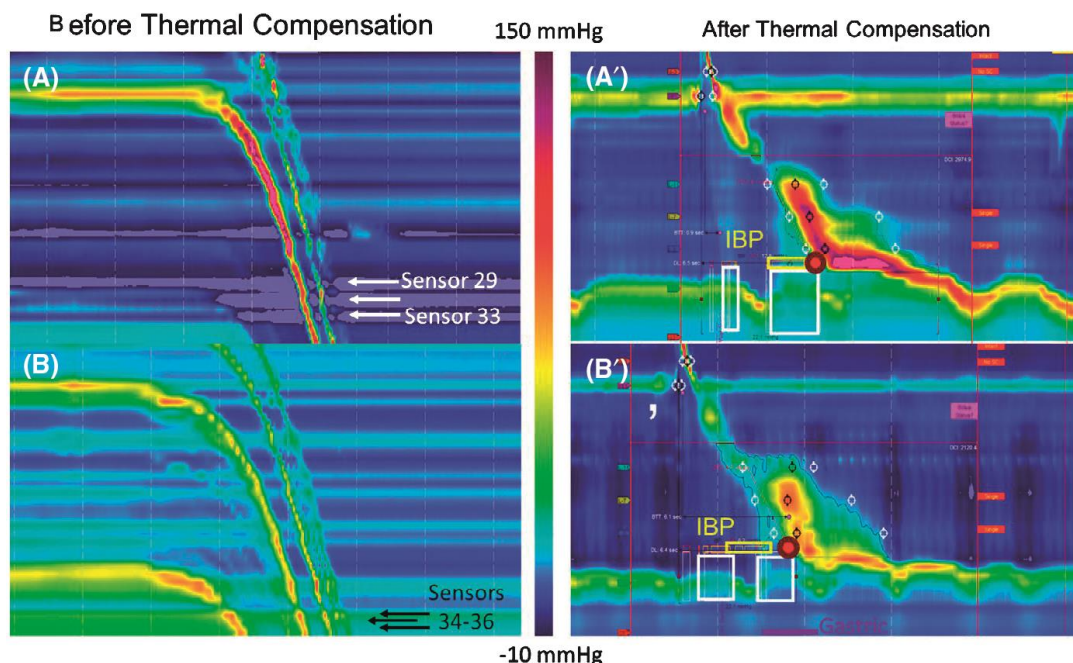
شکل ۴۳. EGJOO ثانویه به ناهنجاری ساختاری مری.

- (A) خانمی ۵۹ ساله با سابقه GERD با بدتر شدن دیسفاژی نسبت به جامدات و تهوع پس از غذا تحت درمان روزانه با PPI مراجعه کرد. قبل از فوندوپلیکاسیون، او برای HRM قبل از عمل ارجاع شد. HRM افزایش IRP (۲۳ میلی‌متر جیوه) و DCI 17597 مساوی با ۱۷۵۹۷ mmHg.s.cm مطابق با EGJOO و مری hypercontractile را نشان داد.
- (B) upper GI series، یک دیورتیکول معده ۸۹ میلی‌متری (خط زرد) را نشان داد که به محل اتصال مری معده برخورد می‌کند (فلش‌های زرد) که منجر به EGJOO ساختاری می‌شود.
- (C) مری HRM یک ماه پس از جراحی، رفع انسداد خروجی و hypercontractility جبرانی مری را نشان داد.

- EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; mmHg: millimeter of mercury; IRP: integrated relaxation pressure; s: second; mm: millimeter; GERD: gastroesophageal reflux disease; PPI: proton-pump inhibitor; HRM: high-resolution manometry; DCI: distal contractile integral; cm: centimeter; GI: gastrointestinal.

- Bredenoord AJ, Babaei A, Carlson D, et al. Esophagogastric junction outflow obstruction. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14193.

سیستم‌های HRM با کاتتر solid-state موجود، مستعد ایجاد رانش فشار (pressure drift) هستند، مشکلی که همیشه با اعمال تصحیح جبران حرارتی (thermal compensation correction) ارائه‌شده توسط سازنده اصلاح نمی‌شود. در واقع، جبران حرارتی ممکن است اصلاح نادرستی داده‌ها را ایجاد کند که به اشتباه منجر به افزایش IRP در اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۴۴. افزایش غیر واقعی IRP و رانش فشار (pressure drift) در یک سیستم مانومتری با وضوح بالا (HRM).

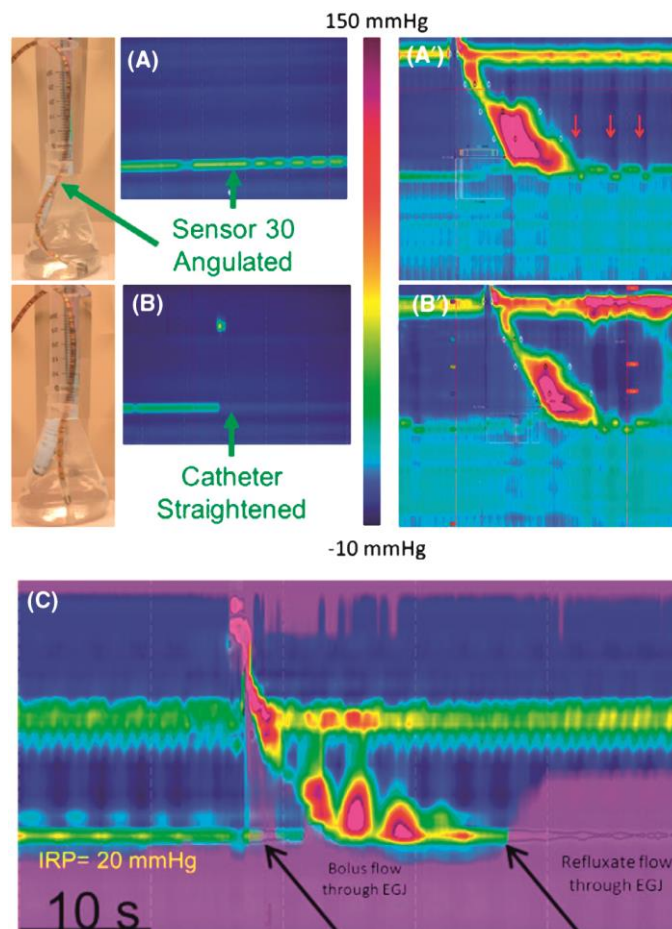
پانل‌های سمت چپ HRM را در پایان مطالعه پس از برداشتن کاتتر از بدن قبل از اعمال اصلاح جریان حرارتی نشان می‌دهند. پانل‌های سمت راست، مانومتری با وضوح بالا را پس از اعمال تصحیح جریان حرارتی (thermal compensation correction) یک بلع مایع (wet swallow) در حالت خوابیده نشان می‌دهند.

(A) لطفاً به سه نوار افقی رانش فشار (pressure drift) منفی (حداقل ۱۳- میلی‌متر جیوه) در حس‌گرهای (sensor) ۲۹، ۳۱ و ۳۳ که با فلش‌های قرمز مشخص شده‌اند، توجه کنید. اعمال اصلاح جریان حرارتی (thermal compensation correction)، فشار گزارش شده در این حس‌گرها (sensor) را در کل مطالعه بیش از ۱۳ میلی‌متر جیوه افزایش می‌دهد. (A') پس از جریان حرارتی، یک بلع مایع (wet swallow) در حالت خوابیده با IRP مساوی با ۲۲ میلی‌متر جیوه نشان داده می‌شود. لطفاً توجه داشته باشید که سه حس‌گر (sensor) ۲۹، ۳۱ و ۳۳ در ناحیه‌ی EGJ مورد استفاده برای اندازه‌گیری IRP (مربع سفید) قرار دارند. حس‌گرهای (sensor) فشار ۲۷ و ۲۸ (مربع زرد) که برای اندازه‌گیری فشار داخل بولوس (IBP) مساوی با ۱۳ میلی‌متر جیوه استفاده می‌شوند، تحت تأثیر رانش فشار (pressure drift) قرار نمی‌گیرند.

(B) لطفاً به نوار افقی فشار مثبت (حداقل ۸+ میلی‌متر جیوه) در حس‌گرهای (sensor) ۳۴، ۳۵ و ۳۶ که با فلش‌های سیاه مشخص شده‌اند، توجه کنید. اعمال اصلاح جریان حرارتی (thermal compensation correction)، فشار گزارش شده در این حس‌گرها (sensor) را در کل مطالعه تا ۸ میلی‌متر جیوه کاهش می‌دهد. (B') یک بلع مایع (wet swallow) در حالت خوابیده پس از اصلاح جریان حرارتی با IRP مساوی با ۲۲ میلی‌متر جیوه را نشان داده شده است. لطفاً توجه داشته باشید که حس‌گر (sensor) ۳۶ (خط بنفش) واقع در ناحیه معده به عنوان مرجع برای اندازه‌گیری IRP (مربع‌های سفید) استفاده می‌شود. حس‌گرهای (sensor) فشار ۲۵ و ۲۶ (مربع زرد) که برای اندازه‌گیری فشار داخل بولوس (IBP) مساوی با ۸ میلی‌متر جیوه استفاده می‌شوند، به فشار اتمسفر اشاره دارند و تحت تأثیر رانش فشار (sensor) در حس‌گرهای (sensor) معده قرار نمی‌گیرند. هر دو مورد HRM را در چند ماه تکرار کردند که اندازه‌گیری IRP طبیعی را نشان داد.

- IRP: integrated relaxation pressure; HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; IBP: intrabulbar pressure; EGJ: esophagogastric junction.

- Bredenoord AJ, Babaei A, Carlson D, et al. Esophagogastric junction outflow obstruction. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14193.



شکل ۴۵. برخورد کاتتر، زاویه‌ی حس‌گر (sensor)، و افزایش غیر واقعی IRP در یک سیستم مانومتری با وضوح بالا (HRM) با کاتتر solid-state.

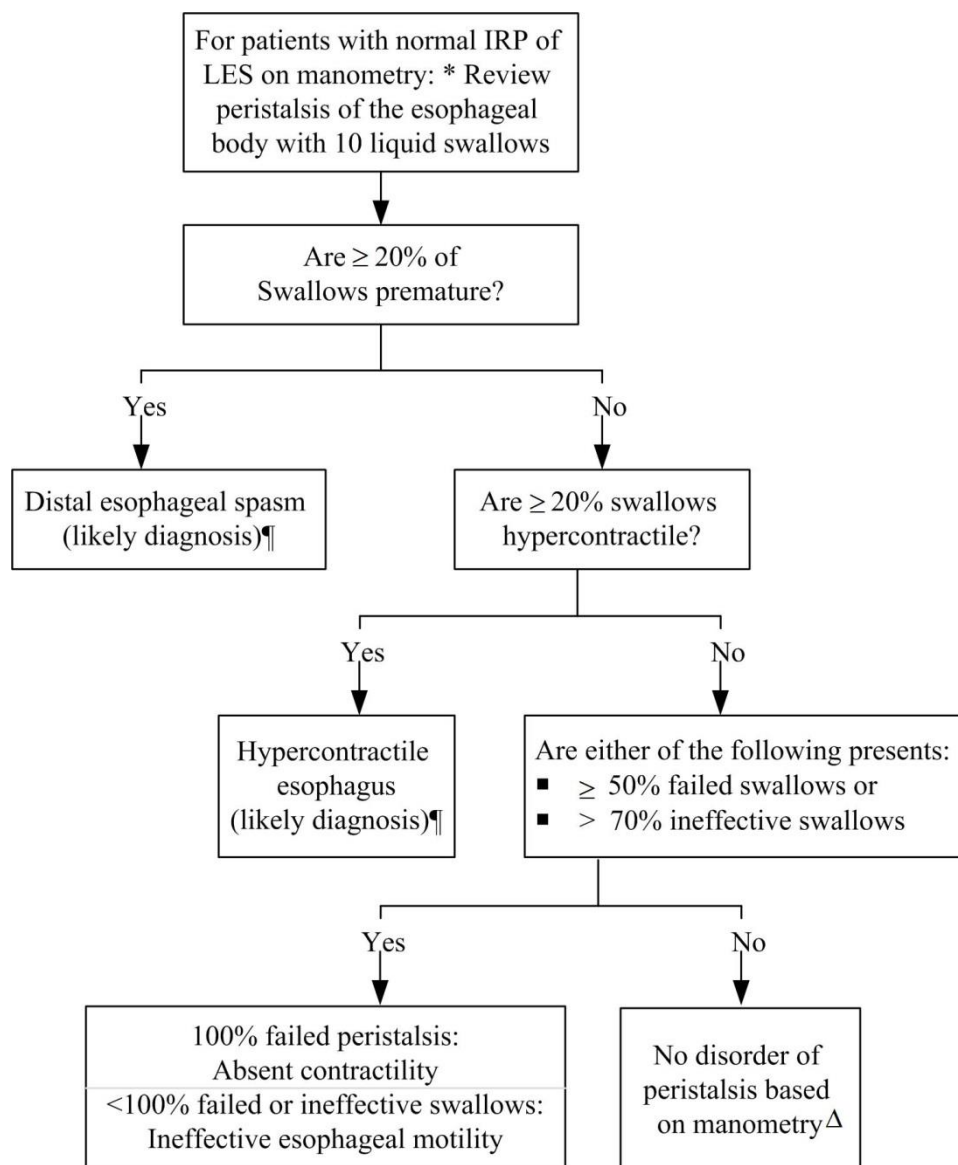
پانل‌های سمت چپ، نمونه‌ای از برخورد کاتتر آزمایشگاهی را در یک فلاسک شیشه‌ای شبیه ساک هرنی هیاتال و ثبت HRM را نشان می‌دهند. پانل‌های سمت راست، HRM یک بلع خوابیده در حالت خوابیده را در بیمار مبتلا به هرنی هیاتال بزرگ نشان می‌دهند. (A) لطفاً به نوار افقی فشار ثبت شده بیش از ۵۰ میلی‌متر جیوه در حس‌گر (sensor) زاویه‌دار ۳۰ که با فلش سبز رنگ مربوط به برخورد کاتتر در فلاسک شیشه‌ای نشان داده شده است، توجه کنید. (A') یک بلع مایع (wet swallow) در حالت خوابیده با IRP مساوی با ۱۹ میلی‌متر جیوه و فشار داخل بولوس (IBP) مساوی با ۱۲ میلی‌متر جیوه نشان داده شده است. مشابه مثال آزمایشگاهی، یکی از حس‌گرهای (sensor) واقع در ناحیه EGJ، زاویه‌دار است و یک آرتیفکت ناشی از فشار برخورد را ثبت می‌کند. لطفاً توجه داشته باشید که کشش دمی دیافراگم crural، آرتیفکت زاویه‌دار را همانطور که با فلش‌های قرمز نشان داده شده است، به صورت غیرطبیعی حرکت می‌دهد. (B) باند افقی آرتیفکت ناشی از فشار در حس‌گر (sensor) زاویه‌دار ۳۰، عمدتاً پس از صاف کردن کاتتر HRM در فلاسک شیشه‌ای از بین می‌رود. (B') پس از جابجایی جزئی کاتتر در بیمار، مشابه نمونه‌ی آزمایشگاهی، آرتیفکت ناشی از برخورد و آرتیفکت ناشی از فشار ثبت شده در حس‌گر (sensor) زاویه‌دار برطرف می‌شود. IRP مساوی با ۹ میلی‌متر جیوه و فشار داخل بولوس (IBP) مساوی با ۱۰ میلی‌متر جیوه. (C) اغلب در بیماران هرنی هیاتال با IRP افزایش‌یافته، مشابه مثال نشان داده شده، علیرغم وجود احتمالی ناحیه‌ی با فشار بالا ناشی از barrier bolus (C) IRP مساوی با ۲۰ میلی‌متر جیوه و جریان ریفلاکس از طریق EGJ بدون مانعی که نشان‌دهنده‌ی ثبت غیر واقعی فشار در EGJ است.

- IRP: integrated relaxation pressure; HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; EGJ: esophagogastric junction; IBP: intrabolus pressure.

- Bredenoord AJ, Babaei A, Carlson D, et al. Esophagogastric junction outflow obstruction. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14193.

۶-۲. اختلالات پرستالسیس (Peristalsis disorders)

فقدان انقباض (absent contractility)، DES، انقباض بیش از حد مری (hypercontractile esophagus)، و IEM به عنوان اختلالات پرستالسیس در نظر گرفته شده‌اند. پرستالسیس fragmented در حال حاضر یک اختلال مجزا شناخته نمی‌شود و در تشخیص کلی IEM گنجانده می‌شود. اختلالات حرکتی مری زمانی تحت عنوان اختلال پرستالسیس در نظر گرفته می‌شوند که اختلال EGJOO رد شده باشد. چرا که در چنین حالاتی پتانسیل حضور ویژگی‌هایی که همپوشانی با پرستالسیس غیرطبیعی دارند وجود دارد. در این سناریوها، می‌بایست یک رویکرد قدم به قدم برای طبقه‌بندی تشخیصی به کار برده شود، به طوری که ابتدا می‌بایست به ترتیب DES، انقباض بیش از حد مری و در نهایت IEM در نظر گرفته شوند، البته با این توصیف که احتمال وجود همپوشانی وجود دارد. مجدداً تأکید می‌شود که تعیین تشخیص می‌بایست بر اساس وضعیت اولیه خوابیده یا نشسته که در آن ۱۰ بلع مایع (wet swallow) انجام می‌شود صورت پذیرد. ارزیابی بلع در وضعیت ثانویه و یا با کمک تست‌های محرک شواهد حمایتی را فراهم می‌کنند. مطابقت طبقه‌بندی پرستالتیک با تغییر وضعیت بیمار، اعتماد به طبقه‌بندی و تشخیص بالینی نهایی را تقویت می‌کند، در حالی که عدم تطابق نتایج در وضعیت‌های مختلف، بررسی مجدد و طبقه‌بندی و تشخیص نهایی را با در نظر گرفتن تست‌های حمایتگر بیشتر ایجاب می‌نماید.



الگوریتم ۹. طبقه‌بندی شیکاگو برای تفسیر مانومتري مری: ارزیابی اختلالات پریستالسیس مری.

* برای ارزیابی بیشتر انسداد EGJ، ممکن است از مانورهای تکمیلی شامل چالش نوشیدن سریع (RDC)، بلع مایعات (wet swallow) در وضعیت ثانویه (مثلاً upright)، و/یا بلع سریع متوالی (MRS) استفاده شود. این مانورها ممکن است در صورت مشکوک بودن به IRP غیرطبیعی یا به عنوان بخشی از پروتکل یک مرکز انجام شوند.

¶ مانومتري تشخیص احتمالی را نشان می‌دهد، اما باید با علائم و تست‌های حمایتی تأیید شود.

Δ اگر شواهد مانومتري دال بر اختلال پریستالسیس یا انسداد خروج EGJ در یک بیمار مشکوک به انسداد خروجی EGJ وجود نداشته باشد، می‌توان برای رد الگوی انسدادی تست وعده‌ی غذایی جامد (solid test meal) انجام داد. اگر این تست غیرطبیعی باشد، احتمال انسداد مکانیکی باید دوباره بررسی شود. در بیمارانی که علائم رگورژیتاسیون یا آروغ زدن دارند، می‌توان از مانیتورینگ امیدانس با وضوح بالا پس از غذا (postprandial high-resolution impedance monitoring) برای ارزیابی اختلال نشخوار (rumination) یا اختلال آروغ زدن استفاده کرد.

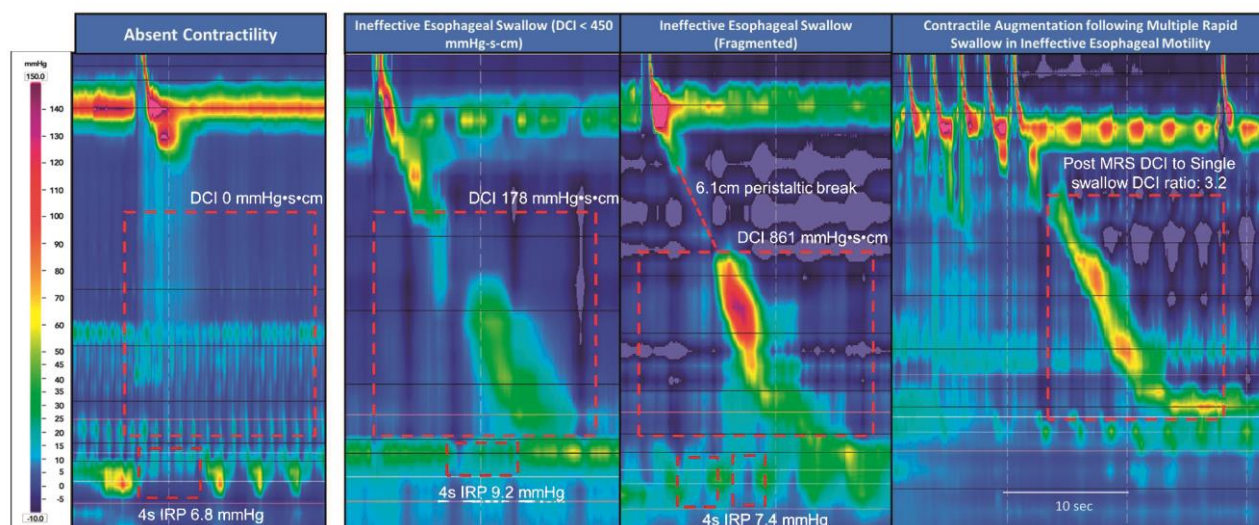
- IRP: integrated relaxation pressure; LES: lower esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; RDC: rapid drink challenge; MRS: multiple rapid swallow.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0 ©. Neurogastroenterol Motil 2021; 33(1):e14058.

۶-۲-۱. فقدان انقباض (Absent contractility)

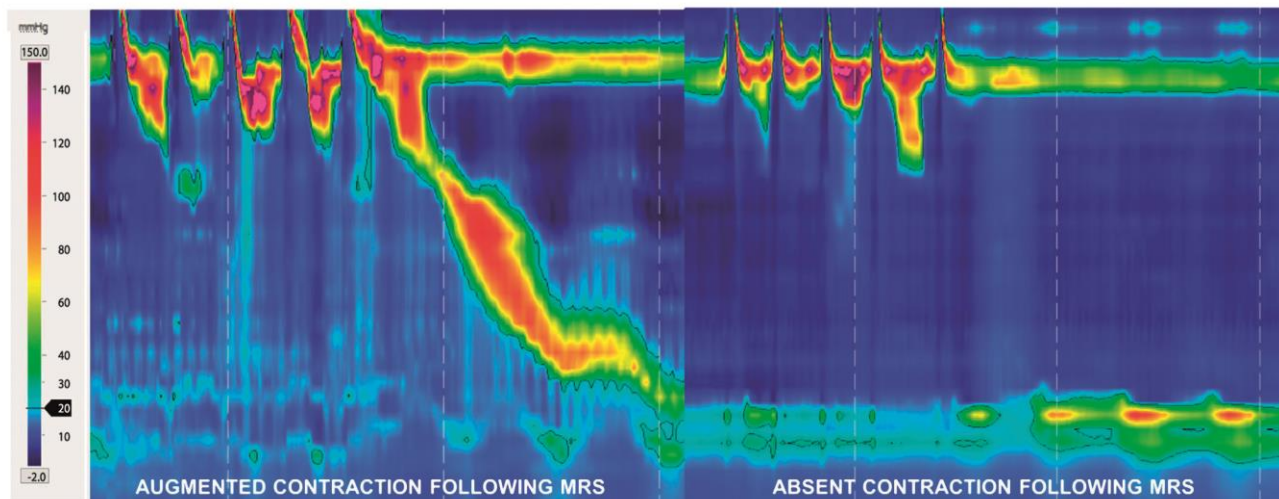
تشخیص قطعی برای فقدان انقباض (absent contractility) با وجود IRP نرمال در حالت خوابیده و نشسته همراه با ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) ($DCI > 100 \text{ mmHg} \times \text{s} \times \text{cm}$) گذاشته می‌شود.

در absent contractility، وجود مقادیر مرزی برای IRP (به خصوص IRP در وضعیت خوابیده بین ۱۵-۱۰ میلی‌متر جیوه)، توجه به آشالازی نوع I را ایجاب می‌کند. همانطور که در بخش آشالازی بحث شد، تست‌های حمایتگر TBE، ترجیحاً همراه با بلع قرص باریوم و/یا همراه با FLIP می‌بایست در نظر گرفته شوند (به خصوص اگر دیسفاژی علامت غالب است).



شکل ۴۶. مانومتري با وضوح بالا (HRM): فقدان انقباض (absent contractility) و IEM.

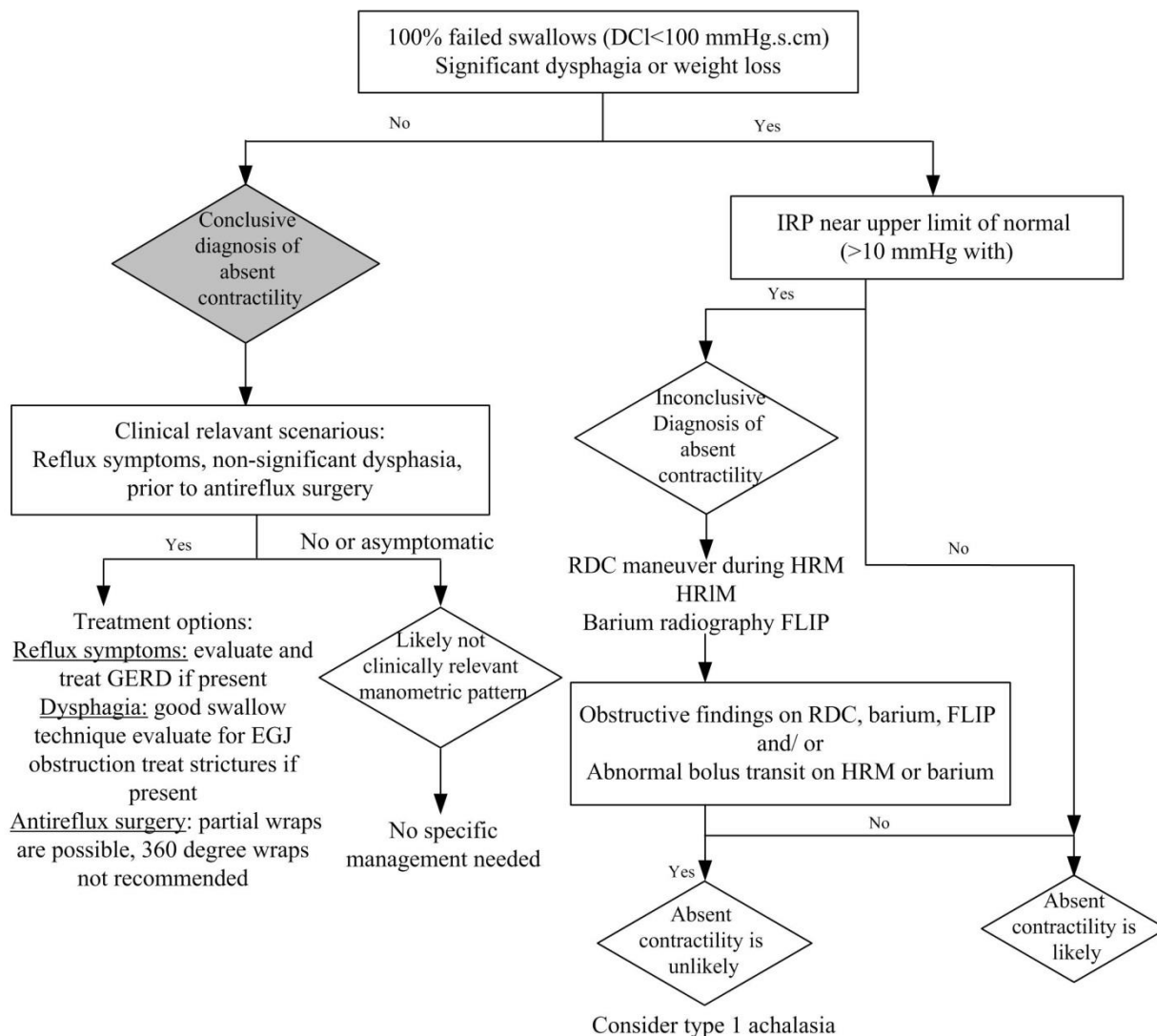
- HRM: high-resolution manometry; IEM: ineffective esophageal motility; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; IRP: integrated relaxation pressure; MRS: multiple rapid swallow; sec: second.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



شکل ۴۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM): تست‌های تحريکی با استفاده از MRS (پنج بلع ۲ میلی‌لیتری به صورت متوالی).

مهار عمیقی از انقباض بدنه‌ی مری و تون LES در حین بلع وجود دارد. پس از آخرین بلع از ۵ بلع ۲ میلی‌متری، یک انقباض تقویت‌شده در افراد سالم مشاهده می‌شود که DCI بالاتر در مقایسه با میانگین DCI از بلع‌های منفرد بدون fail که این وجود ذخیره‌ی انقباض [contraction reserve] (پائل سمت چپ) نامیده می‌شود. اگر انقباض به دنبال آخرین بلع MRS وجود نداشته باشد، یا اگر DCI در MRS کمتر از میانگین DCI تک‌بلع باشد، ذخیره‌ی انقباض وجود ندارد. عدم وجود ذخیره‌ی انقباض با احتمال بالاتر دیسفاژی پس از فوندوپلیکاسیون و بار اسیدی مری بیشتر همراه است.

- HRM: high-resolution manometry; MRS: multiple rapid swallow; mmHg: millimeter of mercury; LES: lower esophageal sphincter; DCI: distal contractile integral.
- Gyawali CP, Zerbib F, Bhatia Sh, et al. Chicago Classification update (V4.0): Technical review on diagnostic criteria for ineffective esophageal motility and absent contractility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14134.



الگوریتم ۱۰. تشخیص و درمان فقدان انقباض (absent contractility) طبق طبقه‌بندی شیکاگو.

- DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; GERD: gastroesophageal reflux disease; EGJ: esophagogastric junction; RDC: rapid drink challenge; HRM: high-resolution manometry; HRIM: high resolution-impedance manometry; FLIP: functional luminal imaging probe.
- Gyawali CP, Zerbib F, Bhatia Sh, et al. Chicago Classification update (V4.0): Technical review on diagnostic criteria for ineffective esophageal motility and absent contractility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14134.

نکات بالینی

عدم وجود انقباض با انتقال ضعیف بولوس مری همراه است و می‌تواند با دیسفاژی به مایعات و جامدات همراه باشد. بیماری‌های مرتبط عبارتند از: بیماری‌های کلاژن-واسکولار (به عنوان مثال، اسکلرودرمی، سندرم شوگرن، SLE، پلی‌میوزیت، درماتومیوزیت، MCTD یا سندرم‌های پارائتوپلاستیکی)، GERD، نوروپاتی اتونوم یا محیطی، بیماری‌های neurodegenerative مثل مالتیپل اسکلروزیس (MS). بیمارانی که انقباض مری ندارند و موانع ضد ریفلاکس مختل شده‌اند، مستعد ابتلا به ازوفاجیت بسیار شدید ناشی GERD هستند. عدم وجود انقباض در بیماران مبتلا به دیسفاژی پس از فوندوپلیکاسیون نیز مشاهده می‌شود.

۶-۲-۲. اسپاسم دیستال مری (DES)

یک الگوی حرکتی غیرطبیعی و خاص در مری را توصیف می‌کند که با انقباضات اسپاستیک یا زودرس (spastic or premature contractions) با IRP نرمال در دیستال مری مشخص می‌شود. این انقباضات با زمان تأخیر دیستال (DL) کمتر از ۴/۵ ثانیه در حضور $DCI < 450 \text{ mmHg} \times \text{s} \times \text{cm}$ تعریف می‌شوند. اسپاسم‌های دیستال مشاهده شده در مانومتری ممکن است اهمیت بالینی متفاوتی داشته باشد.

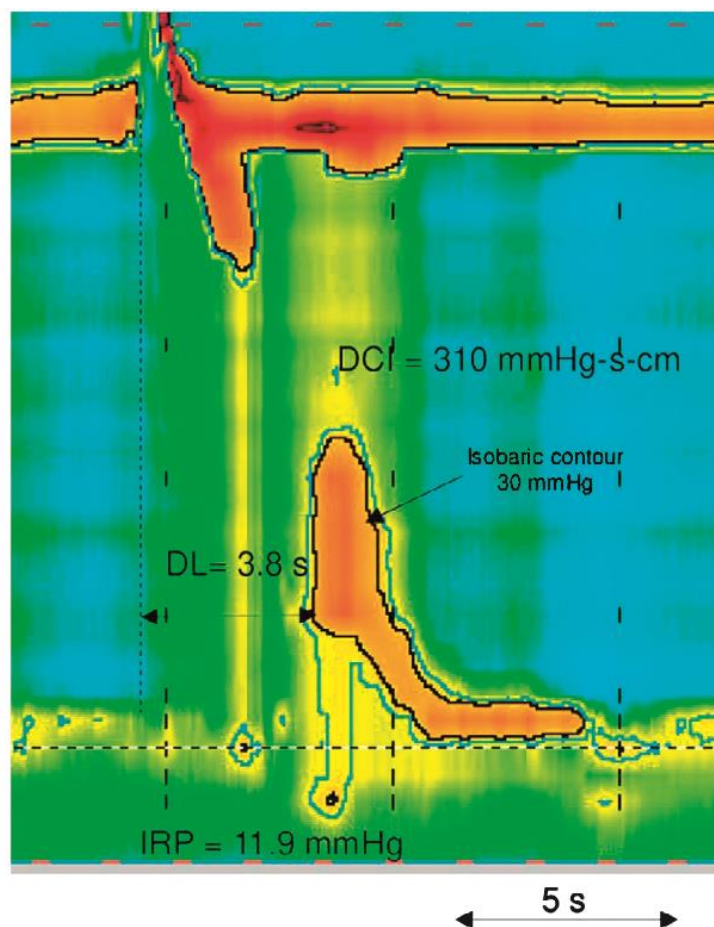
تشخیص DES مرتبط با علائم بالینی

تشخیص DES مرتبط با علائم بالینی به هر دو مؤلفه، یعنی وجود علائم بالینی مرتبط و نشانه‌های قطعی مانومتریک DES لازم دارد:

- تشخیص مانومتریک قطعی DES به صورت حضور حداقل ۲۰٪ انقباضات زودرس (premature contractions) تعریف می‌شود.
- علائم بالینی مرتبط با DES شامل دیسفاژی و درد قفسه سینه غیر قلبی می‌باشند.

تشخیص غیرقطعی (DES inconclusive)

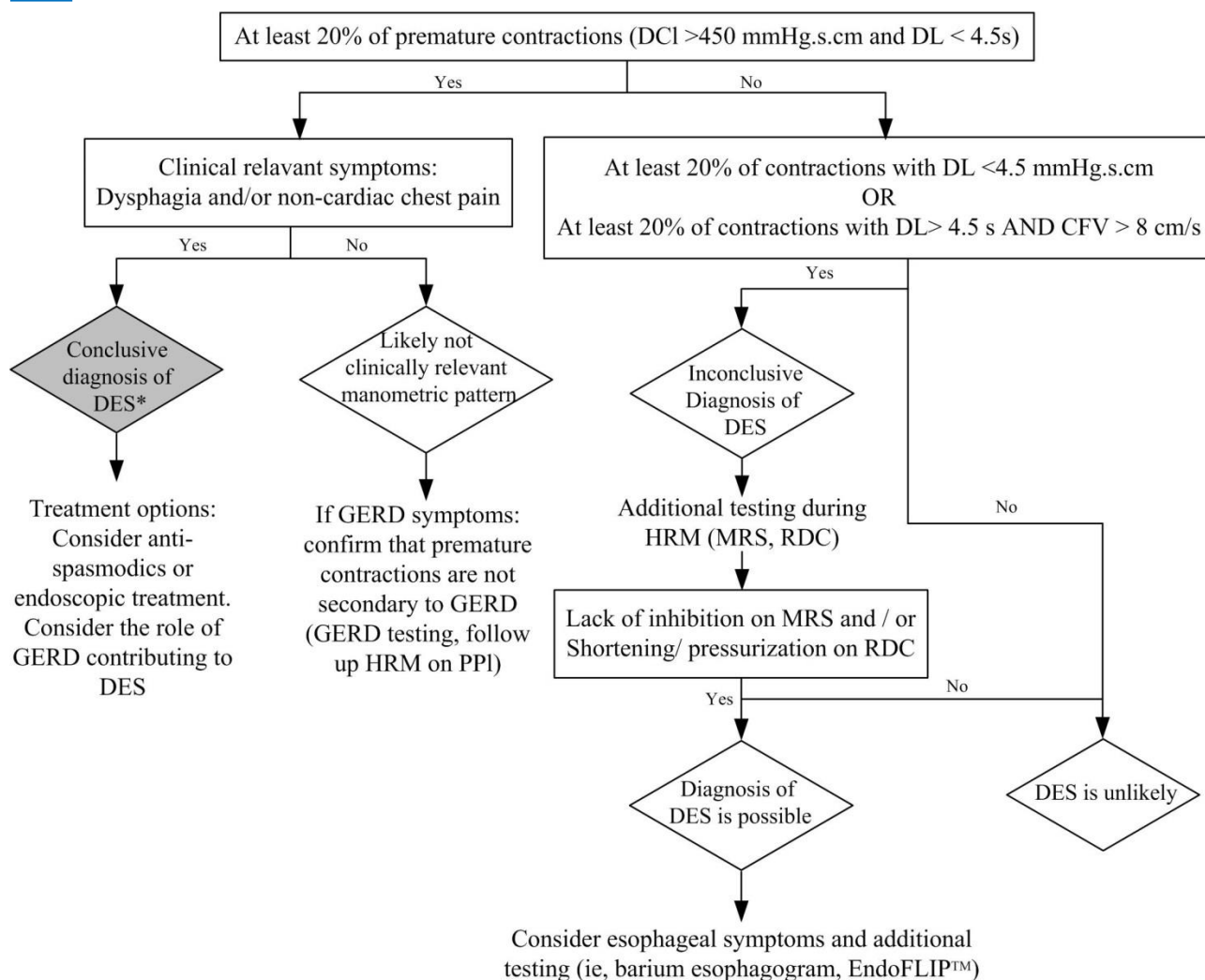
وجود حداقل ۲۰٪ انقباضات با کاهش زمان تأخیر دیستال ($DL > 4/5$ ثانیه) اما با DCI کمتر از $450 \text{ mmHg} \times \text{s} \times \text{cm}$ برای تشخیص مانومتریک DES غیرقطعی محسوب می‌شود.



شکل ۴۸. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): اسپاسم دیستال مری (DES).

انقباض با کاهش زمان تأخیر دیستال (DL کمتر از ۴/۵ ثانیه) اما با DCI کمتر از ۴۵۰ mmHg×s×cm.

- HRM: high-resolution manometry; DES: distal esophageal spasm; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; DL: distal latency; IRP: integrated relaxation pressure.
- Roman S, Hebbard G, Jung KW, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for distal esophageal spasm. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14119.



الگوریتم ۱۱. تشخیص DES طبق طبقه‌بندی شیکاگو.

- DES: distal esophageal spasm; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; DL: distal latency; GERD: gastroesophageal reflux disease; HRM: high-resolution manometry; PPI: proton-pump inhibitor; CFV: contractile front velocity; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge; FLIP: functional luminal imaging probe.

- Roman S, Hebbard G, Jung KW, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for distal esophageal spasm. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14119.

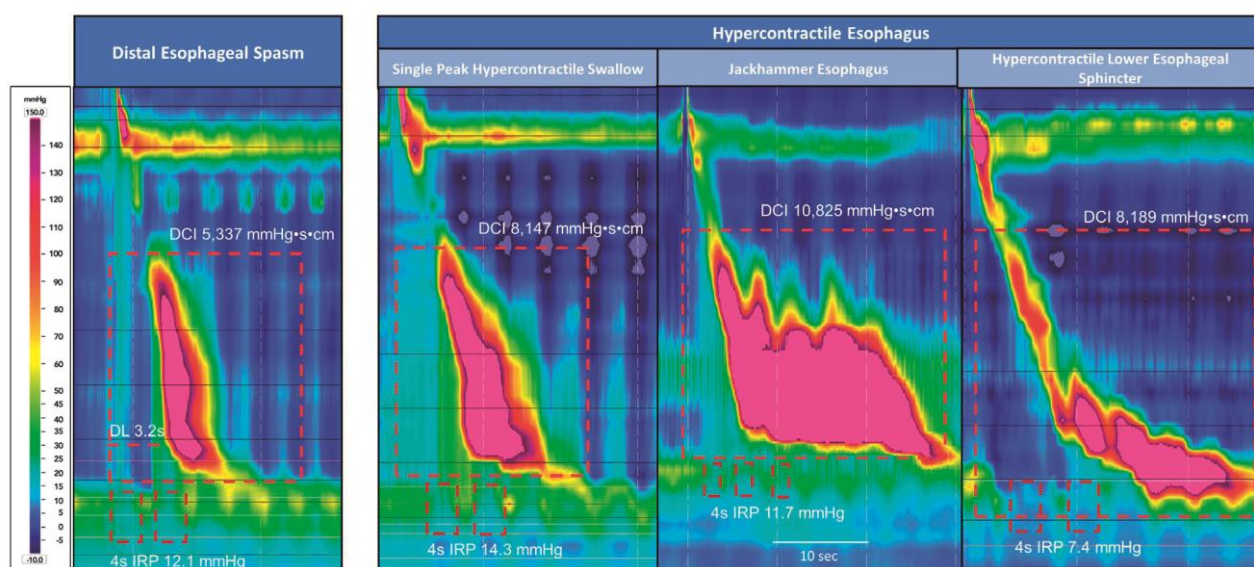
معیارهای تشخیصی DES در EPT در یک نگاه

- IRP طبیعی
- انقباضات زودرس (premature) $\leq 20\%$ بلع‌ها

- DES: distal esophageal spasm; EPT: esophageal pressure topography; IRP: integrated relaxation pressure.

۶-۲-۳. انقباض بیش از حد مری (Hypercontractile esophagus)

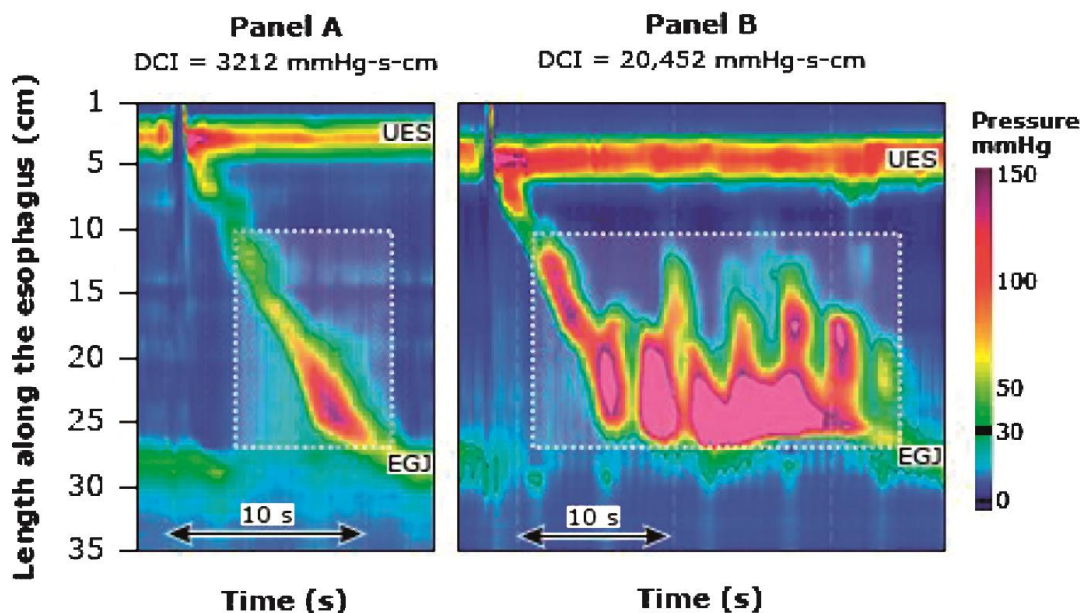
انقباض بیش از حد مری (hypercontractile esophagus) یک ناهنجاری مانومتریک مشخص را توصیف می‌کند که با قدرت پرستالتیک بیش از حد در مری تعریف می‌شود، که ممکن است انقباض بیش از حد LES بعد از انقباضات را هم شامل شود که با انسداد مکانیکی همراه نیست. انسداد در EGJ یا دیستال مری می‌تواند پاسخ بیش از حد انقباضی (hypercontractile response) را در مری القا کند، بنابراین بسیار مهم است که قبل از تشخیص hypercontractile esophagus، انسداد رد شده باشد. الگوهای حرکتی ناهمگن می‌توانند معیارهای مانومتریک برای انقباض بیش از حد مری را پُر کنند، ولی همانند بحث DES که پیش‌تر به آن پرداختیم، مهم است که بین انقباض بیش از حد مری که مرتبط با علائم بالینی است و انقباضات پر قدرت مری مشاهده شده در مانومتری که اهمیت بالینی ندارند افتراق قائل شویم.



شکل ۴۹. مری hypercontractile در مانومتری با وضوح بالا (HRM).

اختلالات پرستالسیس همراه با اسپاستیسیته مری (esophageal spasticity) یا انقباض بیش از حد (hypercontractility). hypercontractile esophagus با IRP نرمال همراه با DCI بیشتر از ۸۰۰۰ mmHg.cm.s مشخص می‌شود. شامل زیرگروه‌هایی است: بلع با انقباض بیش از حد با پیک منفرد (single-peak hypercontractile swallow)، انقباض بیش از حد مری به شکل مری Jackhammer و انقباض بیش از حد با LES در فاز پس از انقباض.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; IRP: integrated relaxation pressure; sec: second; LES: lower esophageal sphincter.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



شکل ۵۰. آستانه DCI در EPT برای پرستالسیس طبیعی و مری Hypercontractile.

پانل A: DCI نرمال.

پانل B: DCI افزایش یافته. آستانه تعریف DCI برای انقباض hypercontractileT بیشتر از ۸۰۰۰ mmHg.s.cm است. توجه نمایند که IRP و DL نرمال است. معیار تشخیصی مری hypercontractile (jackhammer) وجود حداقل ۲ بلع مایع (wet swallow) با DCI بیشتر از ۸۰۰۰ mmHg.s.cm در انقباضات منفرد یا multi-peaked با IRP نرمال است.

- DCI: distal contractile integral; EPT: esophageal pressure topography; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure.

- Pandolfino JE, Ghosh SK, Rice J, et al. Classifying esophageal motility by pressure topography characteristics: a study of 400 patients and 75 controls. Am J Gastroenterol 2008; 103:27.

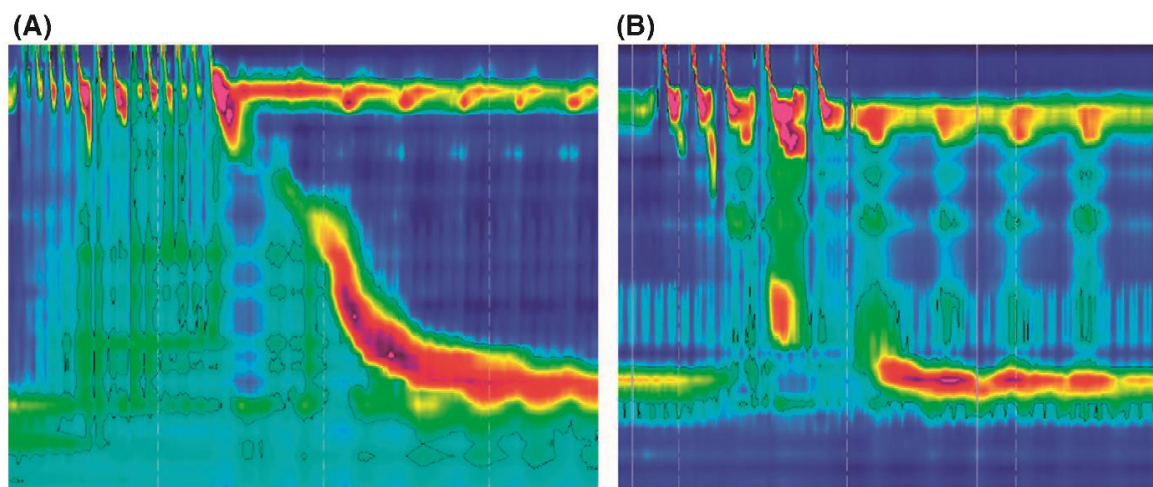
تشخیص قطعی انقباض بیش از حد مری (Hypercontractile esophagus) مرتبط با علائم بالینی

تشخیص قطعی برای hypercontractile esophagus مرتبط با علائم بالینی مری، نیازمند علائم بالینی مرتبط و معیارهای مانومتریک مری منطبق برای تشخیص hypercontractile esophagus می باشد.

- تشخیص قطعی مانومتریک hypercontractile esophagus با ۲۰٪ یا بیشتر بلع دارای انقباض بیش از حد در وضعیت خوابیده به پشت (hypercontractile supine swallows) تعریف می شود.
- علائم مرتبط بالینی hypercontractile esophagus شامل دیسفاژی و درد قفسه سینه غیر قلبی می شوند.

ملاحظات تکمیلی برای انقباض بیش از حد مری (Hypercontractile esophagus)

تشخیص hypercontractile esophagus فقط زمانی امکان پذیر است که معیارهای آشالازی یا اسپاسم دیستال مری (DES) وجود نداشته باشند و انسداد مکانیکی هم رد شده باشد.



شکل ۵۱. تست MRS و RDC در مری Hypercontractile.

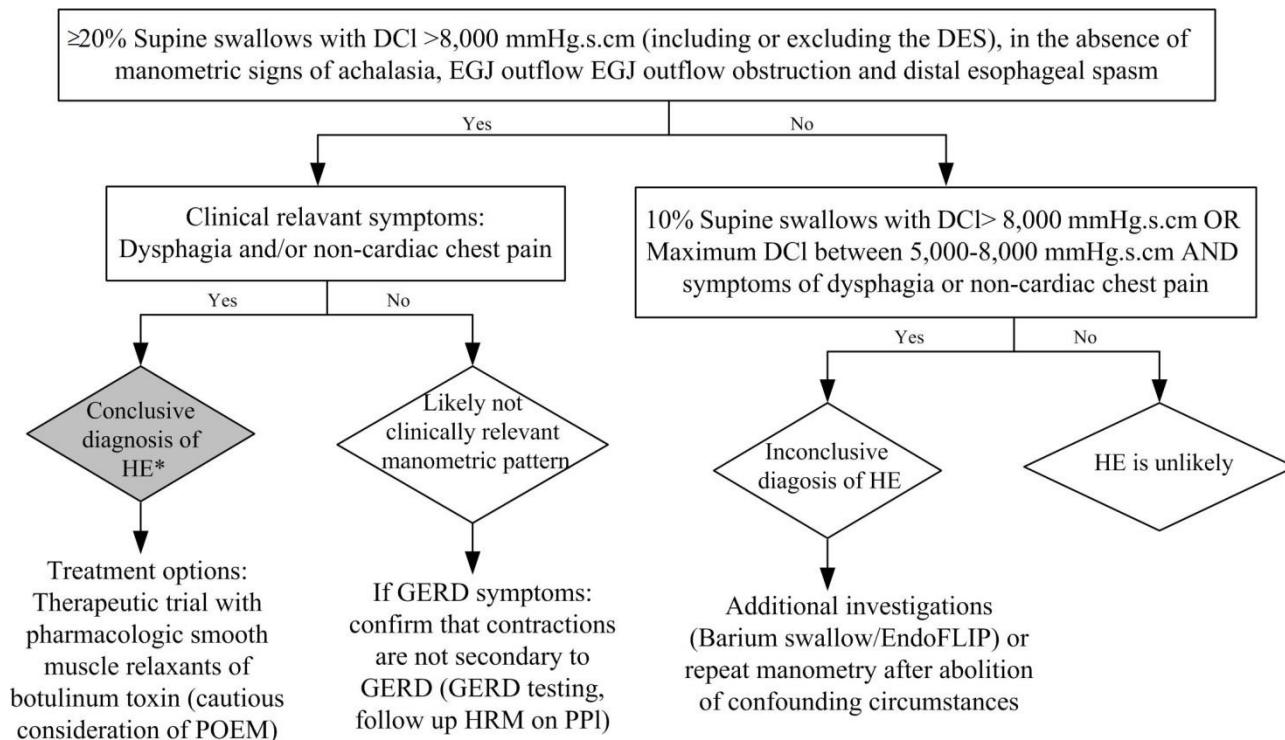
(A) مثالی از pressurization مری در RDC بیمار با مری hypercontractile.
 (B) MRS غیرطبیعی با deglutitive inhibition و pressurization مری غیرطبیعی در بیمار با مری hypercontractile.

- MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge.

■ Chen JW, Savarino E, Smout A, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for hypercontractile esophagus. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14115.

با توجه به ناهمگونی الگوهای hypercontractile esophagus، توصیه به یک رویکرد محتاطانه برای درمان این اختلال می‌شود. بنابراین، از یک رویکرد محافظه کارانه به معنای درمان‌های دارویی محافظه کارانه قبل از مداخلات اندوسکوپی یا جراحی در درمان انقباضات hypercontractile به عنوان هدف پایانی حمایت می‌شود. سه زیر گروه کلی برای hypercontractile esophagus در نظر گرفته می‌شود:

- بلع‌های single-peaked hypercontractile
 - jackhammer با انقباضات مکرر طولانی
 - بلع‌های hypercontractile با vigorous LES پس از انقباض
- زیر گروه مری Jackhammer معمولاً با مقادیر DCI بالاتر و شدت علائم بدتر همراه است.



الگوریتم ۱۲. تشخیص انقباض بیش از حد مری (Hypercontractile esophagus) طبق طبقه‌بندی شیکاگو.

- DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; DES: distal esophageal spasm; EGJ: esophagogastric junction; HE: hypercontractile esophagus; POEM: peroral endoscopic myotomy; GERD: gastroesophageal reflux disease; HRM: high-resolution manometry; PPI: proton-pump inhibitor; FLIP: functional luminal imaging probe.

- Chen JW, Savarino E, Smout A, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for hypercontractile esophagus. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14115.

معیارهای تشخیصی انقباض بیش از حد مری در EPT در یک نگاه

- IRP طبیعی
- حداقل دو بلع با $DCI < 8000 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ با انقباض تک‌قله‌ای (single-peak) یا چندقله‌ای (multi-peak).

- EPT: esophageal pressure topography; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter.

نکات بالینی

انقباض بیش از حد مری یک اختلال نسبتاً نادر است که تنها ۴٪ از بیمارانی را تشکیل می‌دهد که برای ارزیابی مانومتریک مراجعه می‌کنند. بیشتر بیماران علامتدار هستند و از دیسفاژی که می‌تواند با درد قفسه سینه همراه باشد. ممکن است برخی بیماران سوزش سر دل یا رگورژیتاسیون را نیز داشته باشند.

انقباض بیش از حد مری ممکن است یک اختلال اولیه ناشی از تحریک بیش از حد مری عضله صاف (smooth muscle esophagus) یا واکنش بالقوه به انسداد خروجی EGJ باشد. هنگامی که این الگو با انسداد دیستال مری همراه باشد، ناهنجاری حرکتی با رفع انسداد برطرف می‌شود.

۶-۲-۴. حرکت غیر مؤثر مری (Ineffective esophageal motility)

در گذشته، IEM و پریتالسیس fragmented را تحت عنوان اختلالات حرکتی جزئی (minor motility disorders) دسته‌بندی می‌کردند. در طبقه‌بندی شیکاگو، پریتالسیس fragmented تحت تعریف IEM گنجانده شده است. در نتیجه تغییرات به وجود آمده در IEM و پریتالسیس fragmented، طبقه‌بندی شیکاگو بین اختلالات عمده (major) یا جزئی (minor) تمایز قائل نمی‌شود.

تشخیص قطعی IEM

تشخیص قطعی IEM به بیش از ۷۰٪ بلع غیر مؤثر (ineffective swallows) یا حداقل ۵۰٪ پریتالسیس ناموفق (failed) نیاز دارد.

یک بلع غیر مؤثر (ineffective swallow)، شامل یک انقباض ضعیف (weak) DCI (بیشتر یا مساوی $100\text{mmHg} \times \text{s} \times \text{cm}$ و کمتر از $450\text{mmHg} \times \text{s} \times \text{cm}$)، پریتالسیس ناموفق (failed) DCI (کمتر از $100\text{mmHg} \times \text{s} \times \text{cm}$)، یا پریتالسیس fragmented می‌شود.

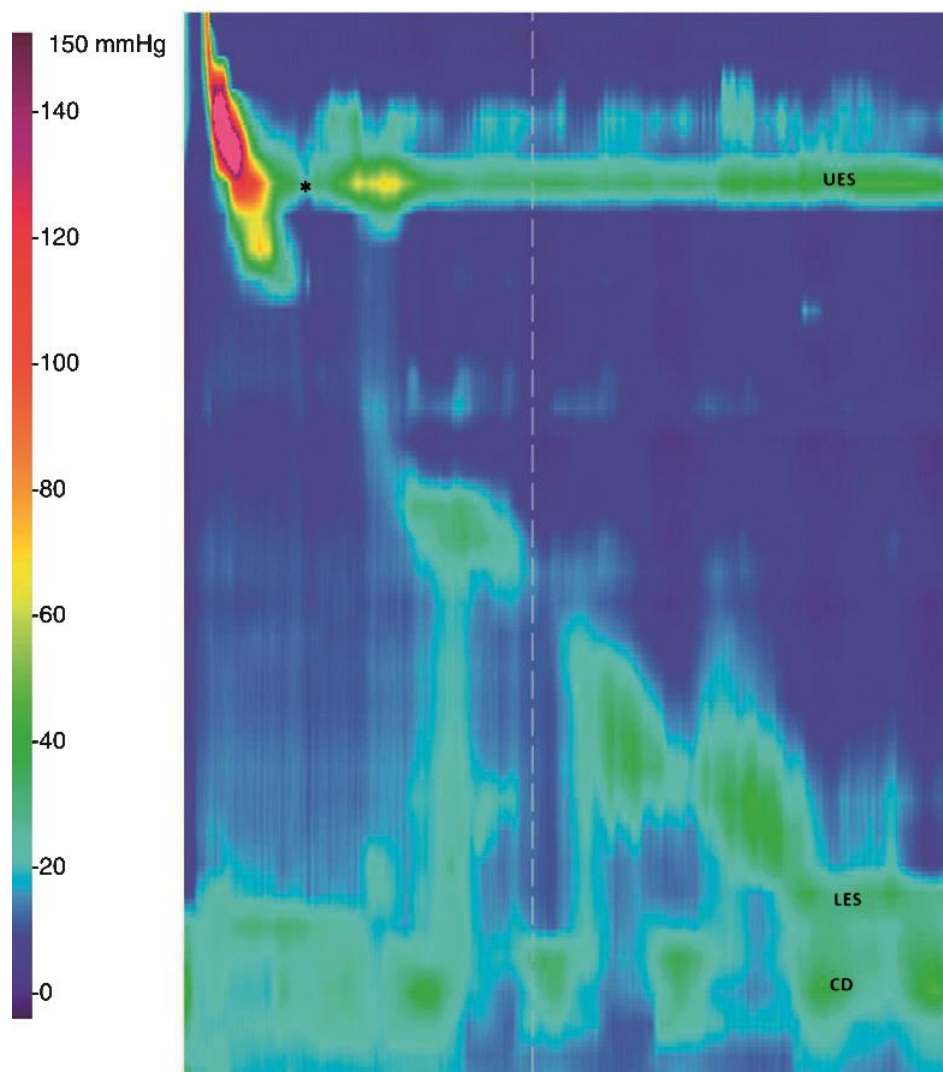
تشخیص غیر قطعی IEM (inconclusive)

وجود ۷۰-۵۰٪ بلع غیر مؤثر (ineffective swallow) برای تشخیص قطعی IEM کافی نیست. تست‌های حمایتگر، اطمینان در تشخیص IEM را در این موارد تقویت خواهند کرد.

ملاحظات تکمیلی برای IEM

موارد زیر برای تعریف IEM مورد نیاز نیست، اما از تشخیص حمایت می‌کند:

- عبور آهسته لقمه (poor bolus transit) که در impedance یا ازوفاگرافی باریوم مشهود است.
- عدم وجود ذخیره انقباضی (contraction reserve) در MRS.

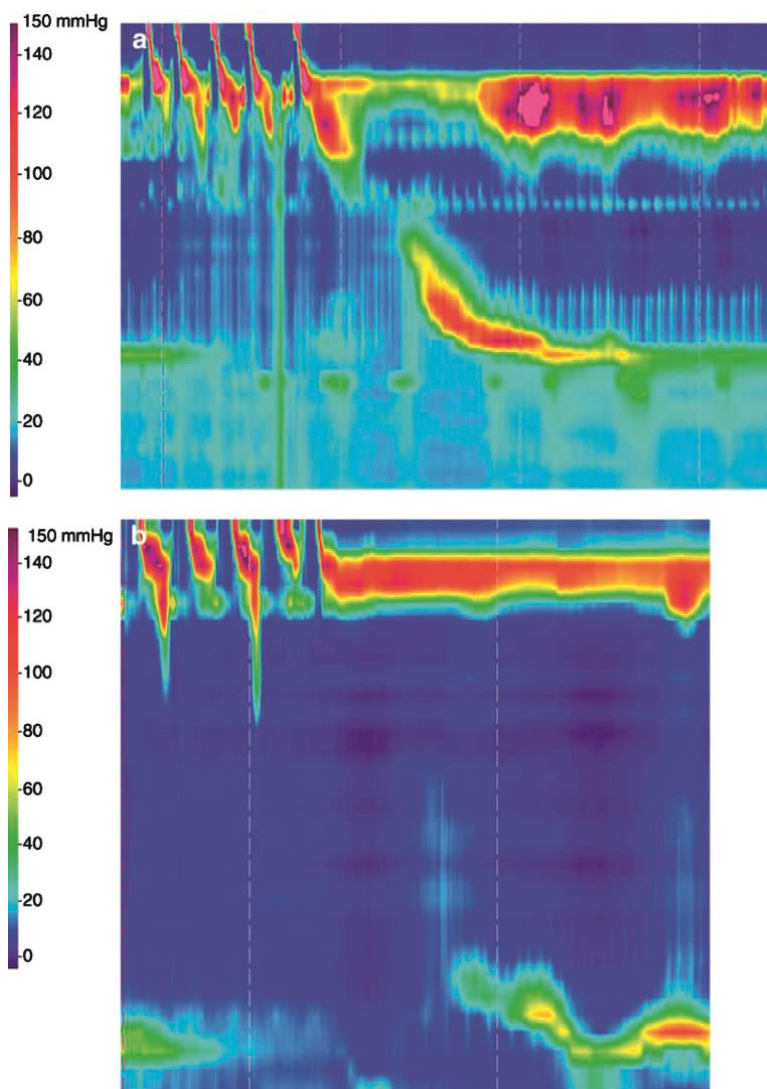


شکل ۵۲. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در حرکت غير مؤثر مری (IEM).

اسفنکتر فوقانی مری (UES) در پاسخ به بلع مایع (wet swallow)، relax می‌شود. انقباض مری با موج پریستالتیک همراه می‌شود، اما قدرت انقباضات (DCI) در حد $125 \text{ mmHg} \times \text{sec} \times \text{cm}$ است. این بیانگر یک انقباض ضعیف (weak) می‌باشد. IEM زمانی تشخیص داده می‌شود که حداقل ۵۰٪ از پریستالسیس‌ها در پاسخ به بلع مایع (wet swallow) دارای انقباضات ضعیف (weak) باشند. این یک اختلال حرکتی جزئی در مری شناخته می‌شود که می‌تواند یک اختلال حرکتی اولیه مری یا یک اختلال حرکتی ثانویه به GERD، ازوفازیت اتوزینوفیلیک، اسکرودرمی یا سایر اختلالات بافت همبند باشد. در این HRM، یک هرنی هیاتال sliding ۲ سانتی‌متری نیز وجود دارد که به صورت وجود فاصله بین LES و انقباض ستون‌های دیافراگم (CD) نشان داده می‌شود. ستون‌های دیافراگم (CD) همزمان با دم منقبض می‌گردند، همانطور که در تغییرات فشار در امتداد ستون دیافراگم (CD) حین چرخه تنفسی توضیح داده شده است. همچنین اندکی پس از بلع یک آروغ کوچک وجود دارد.

- HRM: high-resolution manometry; IEM: ineffective esophageal motility; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; GERD: gastroesophageal reflux disease.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



شکل ۵۳. مانومتري با وضوح بالا (HRM) به دنبال بلع‌های سريع متوالی (MRS) در یک بیمار با حرکت غير مؤثر مری (IEM).

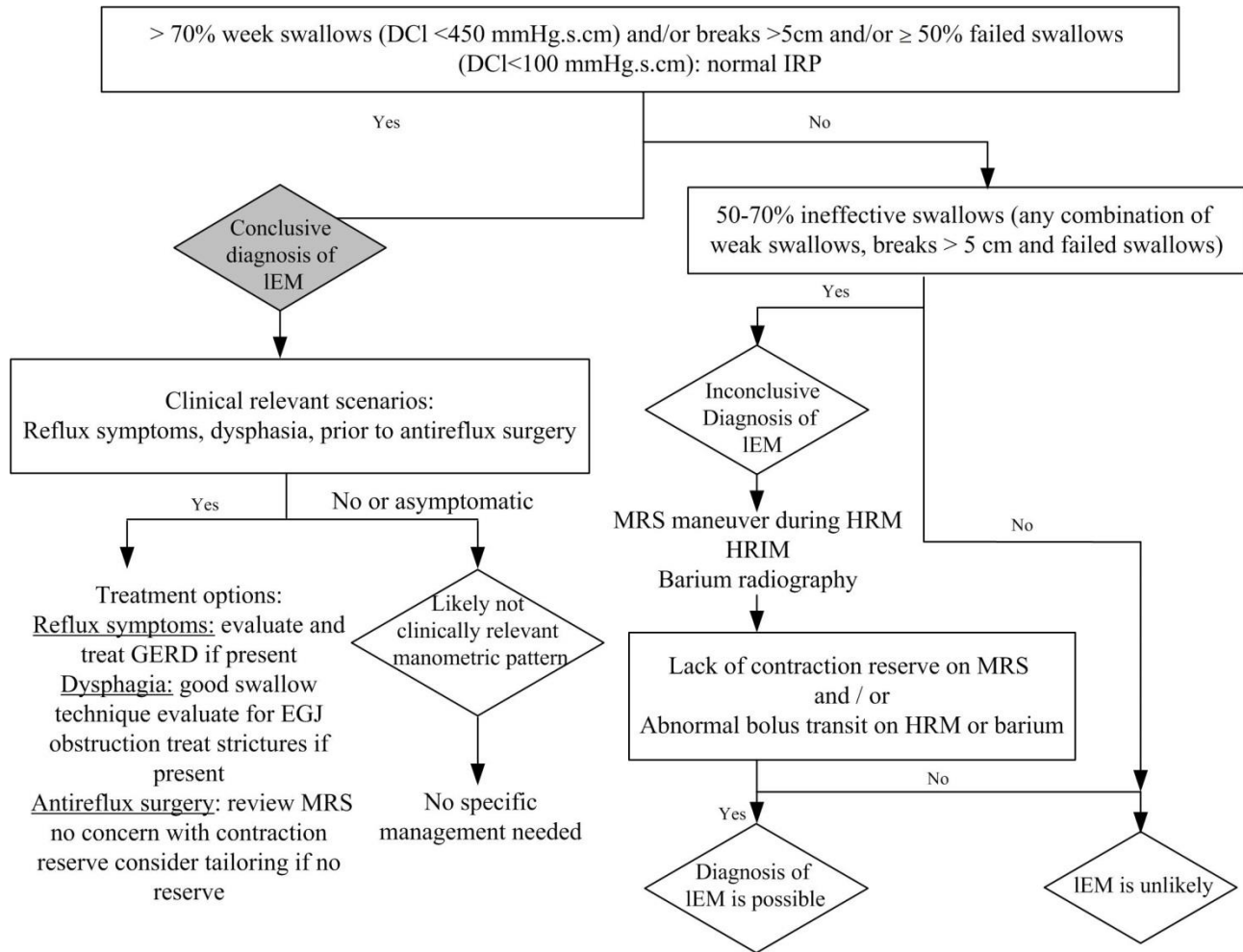
بلع‌های سریع متوالی (MRS) یک تست تحریکی است که در آن فرد مورد آزمایش، ۵ تا ۱۰ میلی‌لیتر نرمال سالین را به صورت متوالی و با سرعت بالا معمولاً ظرف ۱۰ ثانیه می‌بلعد. به طور معمول، MRS منجر به مهار پرستالسیس در طول دیواره مری و اسفنکتر تحتانی مری (LES) می‌شود. پس از آخرین بلع، معمولاً یک انقباض پرستالتیک قوی در دیواره مری به وجود می‌آید و اسفنکتر تحتانی مری (LES) مجدداً قدرت خود را باز می‌یابد که به آن ذخیره پرستالتیک مری می‌گویند. این پاسخ، به عملکرد عصبی-عضلانی دست نخورده نیاز دارد. یک مطالعه نشان داده است که MRS در پیش بینی وجود اختلال ترانزیت مری مانند دیسفاژی به دنبال جراحی آنتی‌ریفلاکس ارزش دارد. این بیماران پس از MRS، عدم وجود پرستالسیس را نشان دادند.

A: MRS منجر به پاسخ انقباضی طبیعی با ذخیره پرستالتیک مری دست نخورده شده است. این نرم افزار قادر است DCI را درست هنگامی که دومین و سومین انقباض در مری ایجاد می‌شود، اندازه‌گیری کند. توجه داشته باشید که این بیمار پس از بلع چهارم دچار تحریک رفلکس gag به صورت گذرا شده است.

B: در این مطالعه که روی یک بیمار دیگر دارای IEM انجام شده است، هیچگونه پرستالسیس پس از پنجمین بلع مایع (wet swallow) مشاهده نشده است. عضلات مخطط مری به طور طبیعی منقبض شده اند و اسفنکتر تحتانی مری (LES) به طور طبیعی ریلکس شده است.

- HRM: high-resolution manometry; IEM: ineffective esophageal motility; mmHg: millimeter of mercury; MRS: multiple rapid swallow; LES: lower esophageal sphincter; DCI: distal contractile integral.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



الگوریتم ۱۳. تشخیص و درمان IEM طبق طبقه‌بندی شیکاگو.

- IEM: ineffective esophageal motility; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; IRP: integrated relaxation pressure; GERD: gastroesophageal reflux disease; EGJ: esophagogastric junction; MRS: multiple rapid swallow; HRM: high-resolution manometry; HRIM: high resolution-impedance manometry.

- Gyawali CP, Zerbib F, Bhatia Sh, et al. Chicago Classification update (V4.0): Technical review on diagnostic criteria for ineffective esophageal motility and absent contractility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14134.

معیارهای تشخیصی IEM در EPT در یک نگاه

- IRP کمتر از ۱۵ میلی‌متر جیوه
- حداقل ۵۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) یا بیش از ۷۰٪ بلع غیرموثر (ineffective). بلع‌های غیرموثر شامل:
 - پرستالسیس ناموفق (failed): $DCI > 100 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$
 - پرستالسیس ضعیف (weak): $DCI < 100 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ اما $450 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$
 - بلع‌های fragmented: large break (< 5 سانتی‌متر) در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر
- جیوه در $DCI \leq 450 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$

- IEM: ineffective esophageal motility; EPT: esophageal pressure topography; IRP: integrated relaxation pressure; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter.

نکات بالینی

بیمار با IEM می‌تواند بی‌علامت باشد. علائم شایع IEM شامل سوزش سر دل، دیسفاژی، رگورژیتاسیون، و درد قفسه سینه است. علائم کمتر شایع مثل سرفه‌ی مزمن، خشونت صدا، گلودرد، سوءهاضمه، آروغ، اُدینوفاژی یا احساس خفگی می‌باشد. IEM با اختلال در گذر بولوس از طریق مری و دیسفاژی غیرانسدادی همراه است. IEM می‌تواند با این بیماری‌ها همراهی داشته باشد: GERD خوب کنترل نشده، web یا ring مری، تنگی مری، ازوفایت ائوزینوفیلیک، ناشی از رادیاسیون یا عفونی، یا عوارض جانبی دارویی.

الگوهای شایع مانومتري با وضوح بالا (HRM) خارج از طبقه‌بندی شیکاگو

۱-۷. relax شدن گذرای LES (TLESR)

۲-۷. دیسفاژی oropharyngeal

۳-۷. بیماری‌های بافت همبند

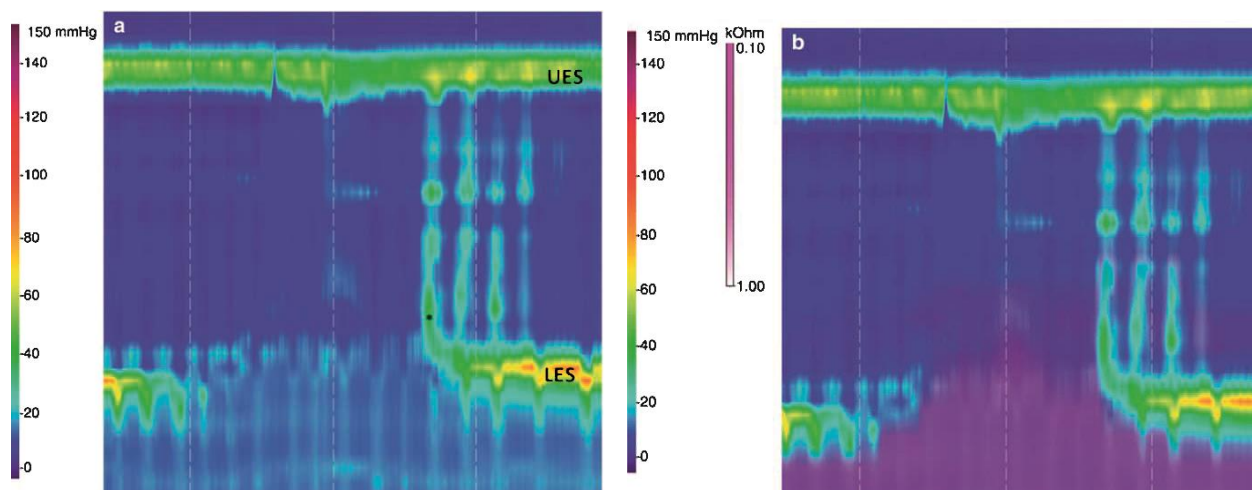
۴-۷. سندرم نشخوار (Rumination syndrome)

۵-۷. هرنی هیاتال sliding

۶-۷. دیورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum)

۷-۱. relaxation گذرای LES (TLESR)

بسیاری از بیماران GERD، فشار استراحت LES (LES resting pressure) طبیعی دارند. LES به طور معمول در پاسخ به بلع و اتساع پروگزیمال معده به طور موقت relax می‌شود. این یک رفلکس واگال است. هنگامی که تعداد وقوع relaxation گذرای (TLESR) LES به طور نامناسب افزایش می‌یابد، فرد می‌تواند به GERD مبتلا شود. افزایش فراوانی TLESR ها در واقع شایع‌ترین مکانیسم در پاتوفیزیولوژی GERD است.



شکل ۵۴. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در کاهش فشار گذرای اسفنکتر تحتانی مری (TLESR).

A: ۱۸ ثانیه از زمان LES relaxation را نشان داده شده است که نشان دهنده‌ی عدم وجود فشار استراحت (resting pressure) در LES است. بازگشت به فشار استراحت پایه در LES با انقباضات ثانویه (*) مشخص می‌گردد که پاسخ مناسبی به کاهش فشار گذرای LES (TLESR) می‌باشد. همچنین به وجود یک اختلال کوچک در فشار استراحت UES، وقتی که فرد یک بلع جامد کوچک بدون پریستالسيس اولیه بعدی انجام می‌دهد، توجه کنید.

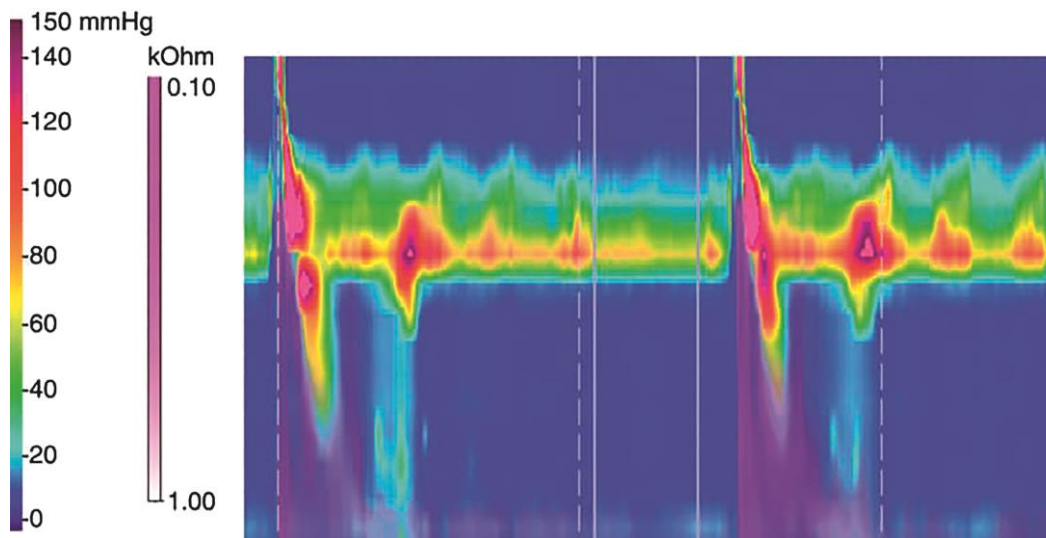
B: همان HRM با ایمپدانس که درک ریفلاکس محتوای معده به مری را در طول کاهش فشار گذرای LES آسان می‌کند. انقباضات ثانویه برای پاکسازی مری از هرگونه ریفلاکس ادامه می‌یابند.

- HRM: high-resolution manometry; TLESR: transient lower esophageal sphincter relaxation; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; kOhm: kilo ohm.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۲-۷. دیسفاژی oropharyngeal

دیسفاژی oropharyngeal یا دیسفاژی transfer با ویژگی‌های زیر مشخص می‌شود: سختی در شروع بلع، اشاره بیمار به ناحیه‌ی گردنی بعنوان محل بروز علائم در اغلب موارد، امکان همراهی بلع با رگورژیتاسیون نازوفارنژیال، آسپیراسیون، و احساس باقی ماندن غذا در حلق، امکان وجود علائم ناشی از اختلال عملکرد ناحیه‌ی دهان همچون sialorrhea، drooling، بلع picmeal و دیس‌آرتری، امکان وجود علائم ناشی از اختلال عملکرد ناحیه‌ی حلق همچون سرفه یا خفگی (choking) حین مصرف غذا و دیس‌فونی.



شکل ۵۵. مانومتري با وضوح بالا همراه با ایمپدانس (HRIM) در دیسفاژی oropharyngeal.

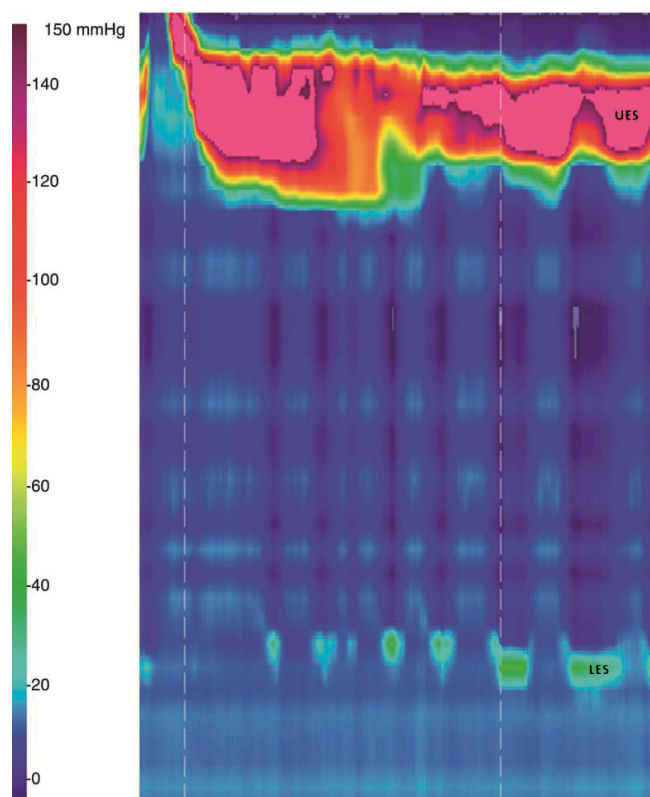
این نمای بزرگنمایی شده روی قسمت فوقانی مری، یعنی جایی که تجمع آب نمک در فضای پشت اپی گلوت دیده می‌شود، متمرکز شده است. این یافته ایمپدانس می‌تواند سرفه مکرر و پاکسازی گلولی بیمار را که با افزایش خطر آسپیراسیون و پنومونی همراه خواهد بود توضیح دهد. بیماران مبتلا به دیسفاژی اوروفارنکس به بررسی‌های بیشتر از جمله مطالعه بلع با ویدئوفلوروسکوپی و ارزیابی گفتار با استفاده از تست‌های تخصصی از جمله تست بلع حجیم viscous، تست سرفه، و تست بلع ۳ اونس آب استفاده می‌کند نیاز دارند. بیماری‌های عصبی مانند سکته‌های مغزی یا بیماری پارکینسون می‌توانند با این نوع تظاهرات همراه شوند.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; kOhm: kilo ohm.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۳-۷. بیماری‌های بافت همبند

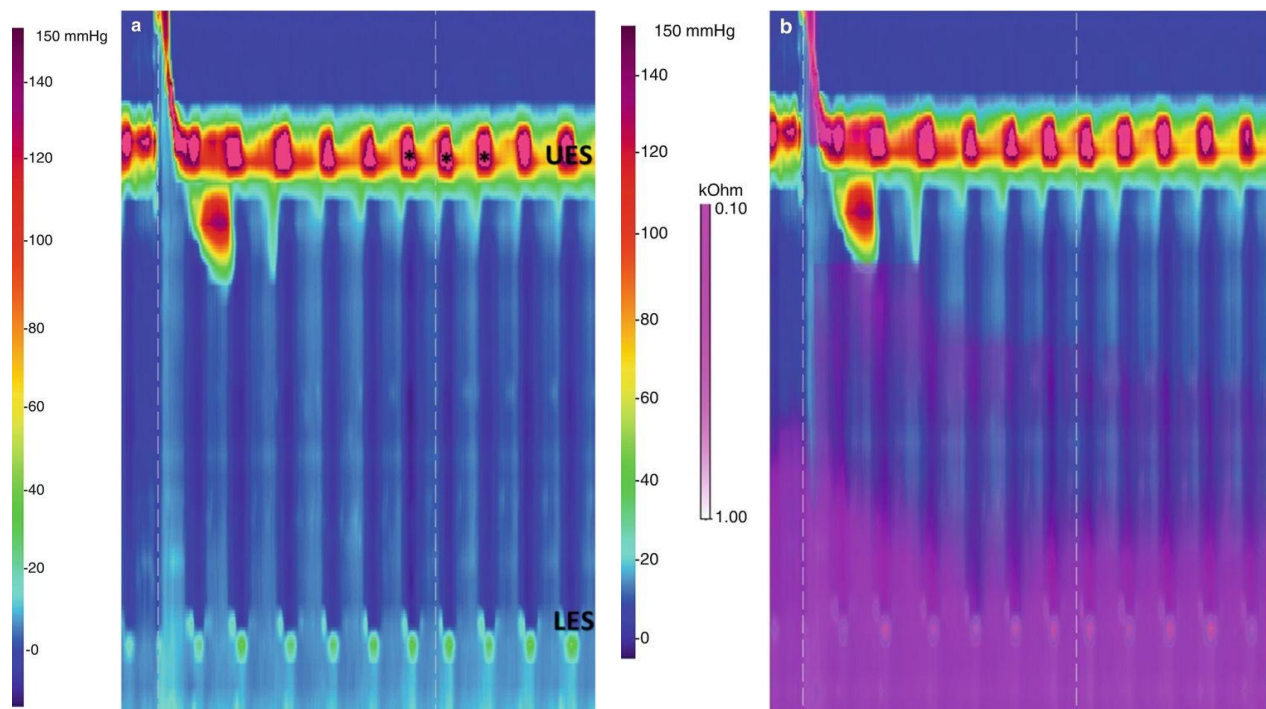
بیماری‌های بافت همبند مانند اسکرودرمی که عضله صاف یا سیستم عصبی خودمختار (autonomic nervous system) را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند منجر به اختلالات حرکتی مری شوند. اختلال حرکتی در مانومتری مری، در ۷۰-۹۶٪ بیماران با اسکرودرمی سیستمیک مشاهده می‌شود. با این حال، حدود ۳۰٪ این بیماران بی‌علامت هستند. یافته‌های مانومتریک در بیماران اسکرودرمی سیستمیک، شامل hypotensive LES با فشار پایین LES حین استراحت (کمتر از ۱۰ میلی‌متر جیوه)، انقباضات low-amplitude (کمتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه) در عضلات صاف دیستال مری یا فقدان پرستالسیس (aperistalsis) است. انقباضات پرستالتیک hypotensive با transit غیرمؤثر مری همراه است. بیماران با بیماری پیشرفته، ممکن است پرستالسیس کاهش یافته در عضلات مخطط قسمت فوقانی مری نیز داشته باشند.



شکل ۵۶. مانومتری با وضوح بالا (HRM) و اثرات اختلالات بافت همبند.

نبود پرستالسیس در مری میانی و دیستال و فشار استراحت (resting pressure) بسیار پایین در اسفنکتر تحتانی مری (LES)، یافته‌هایی هستند که به طور کلاسیک در بیماران مبتلا به اسکرودرمی یا سایر اختلالات بافت همبند دیده می‌شوند. فقدان انقباض (absent contractility) نیازمند ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) همراه با IRP نرمال در LES (یعنی $IRP > 15$ میلی‌متر جیوه) می‌باشد. در واقع، فشار استراحت LES تقریباً به طور کامل ناشی از انقباض دیافراگم است که همانطور که در انقباض ستون‌های دیافراگمی (CD) دیده می‌شود، با فاز دم همزمان است. توجه داشته باشید که مری مخطط پروگزیمال سالم است. فشار استراحت اسفنکتر فوقانی مری (UES) تا حد ۱۵۵ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است، اما فشار زمان استراحت UES طبیعی است. افزایش فشار UES در حالت استراحت ممکن است به دلیل تحریک کاتتر یا اضطراب یا تحریک رفلکس gag بیمار در طول مانومتری مری باشد. سایر تشخیص‌های افتراقی عبارتند از استئوفیت گردن، تیرومگالی یا به ندرت تومورهای سر و گردن.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; LES: lower esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; CD: crural diaphragm; UES: upper esophageal sphincter.
- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



شکل ۵۷. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در اسکرودرمی.

A: یک انقباض پریستالتیک طبیعی در مری پروگزیمال به دنبال بلع مایع (wet swallow) توسط بیمار مبتلا به اسکرودرمی مشاهده می‌شود. اما هیچ انقباض پریستالتیک در مری میانی یا دیستال وجود ندارد. فشار زمان استراحت اسفنکتر تحتانی مری (LES resting pressure) ناچیز است. این یافته‌های مانومتریک باعث افزایش احتمال ریفلاکس معده به مری در اسکرودرمی می‌شود و می‌تواند به صورت گلودرد، گرفتگی صدا، سوزش سر دل، نارسایی بلع، دیسفاژی و افزایش خطر آسپیراسیون ظاهر شود. این بیمار همچنین دارای بیماری شدید تحدیدی ریه (ILD) می‌باشد که به صورت تاکی‌پنه، تو کشیدگی قفسه سینه (*) به دلیل استفاده از عضلات کمکی برای تنفس، و تقویت تغییرات فشار داخل قفسه سینه بین دم و بازدم ظاهر می‌شود.

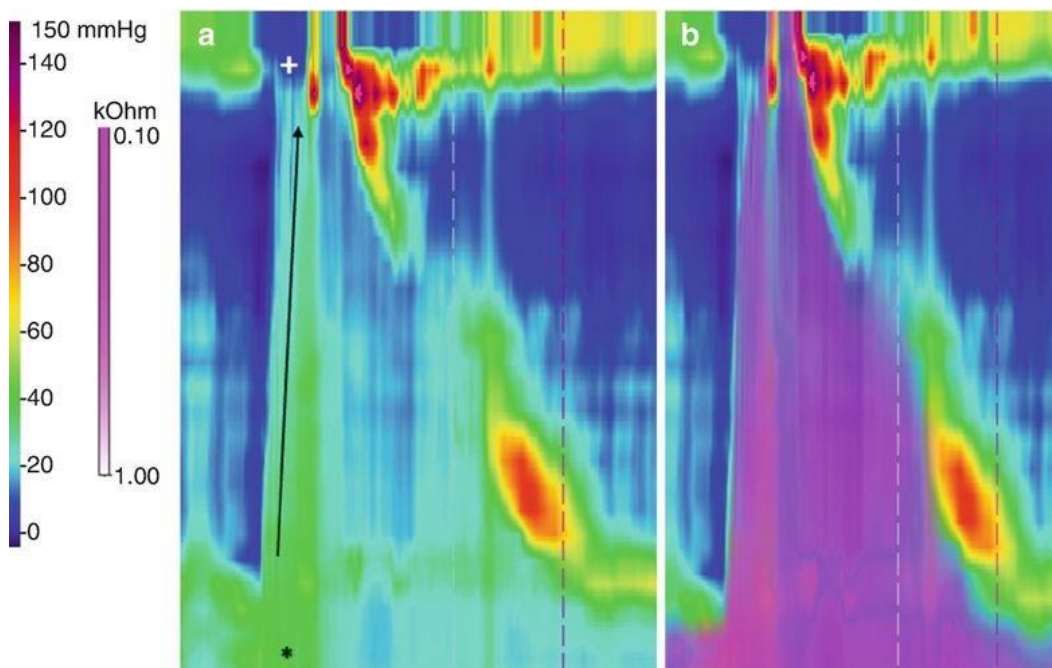
B: مطالعه ایمپدانس، فقدان پاکسازی سالین را به دلیل نبود پریستالسیس مری برجسته می‌کند.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; kOhm: kilo ohm; ILD: interstitial lung disease.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۷-۴. سندرم نشخوار (Rumination syndrome)

سندرم rumination یک اختلال عملکردی دستگاه گوارش است که با رگورژیتاسیون بدون تلاش غذای بلعیده شده به داخل دهان بعد از اکثر وعده‌های غذایی مشخص می‌شود. مواد غذایی توسط فرد یا از دهان خارج می‌شود یا مجدداً بلعیده می‌شود. تشخیص بر اساس شرح حال، معاینه‌ی فیزیکی و رد علل انسدادی با اندوسکوپی فوقانی و MR/CT انتروگرافی است. یافته‌های تشخیصی سندرم rumination در HRM، ریفلاکس با گسترش به مری پروگزیمال است که همراه با افزایش فشار داخل معده به بیش از ۳۰ میلی‌متر جیوه است.



شکل ۵۸. مانومتري با وضوح بالا همراه با ایمپدانس (HRIM) در بیمار مبتلا به سندرم نشخوار اولیه (primary rumination syndrome).

A: مدت کوتاهی پس از یک وعده غذایی تحریکی (provoking meal)، فشار داخل معده به بیش از ۳۰ میلی‌متر جیوه (*) افزایش می‌یابد. فشار داخل معده در نهایت بر فشار استراحت اسفنکتر تحتانی مری (LES resting pressure) غلبه می‌کند و باعث خروج محتویات معده به سمت بالای (پیکان) می‌شود. به دنبال آن، کاهش فشار اسفنکتر فوقانی مری (UES) (علامت +) و متعاقب آن بلع مجدد محتویات بالا آمده از معده صورت می‌پذیرد که همراه با انقباض اولیه پریستالتیک نرمال می‌باشد.

B: در همان بیمار مطالعه ایمپدانس، تمایز بین گاز و یا مایع بودن محتویات برگشتی را امکان‌پذیر می‌کند. در این نوبت از نشخوار، محتوای مایع معده به سمت مری حرکت می‌کند، اما پریستالسیس اولیه در مری، مری را از هرگونه بولوس باقیمانده پاک می‌کند و ایمپدانس به حالت پایه باز می‌گردد.

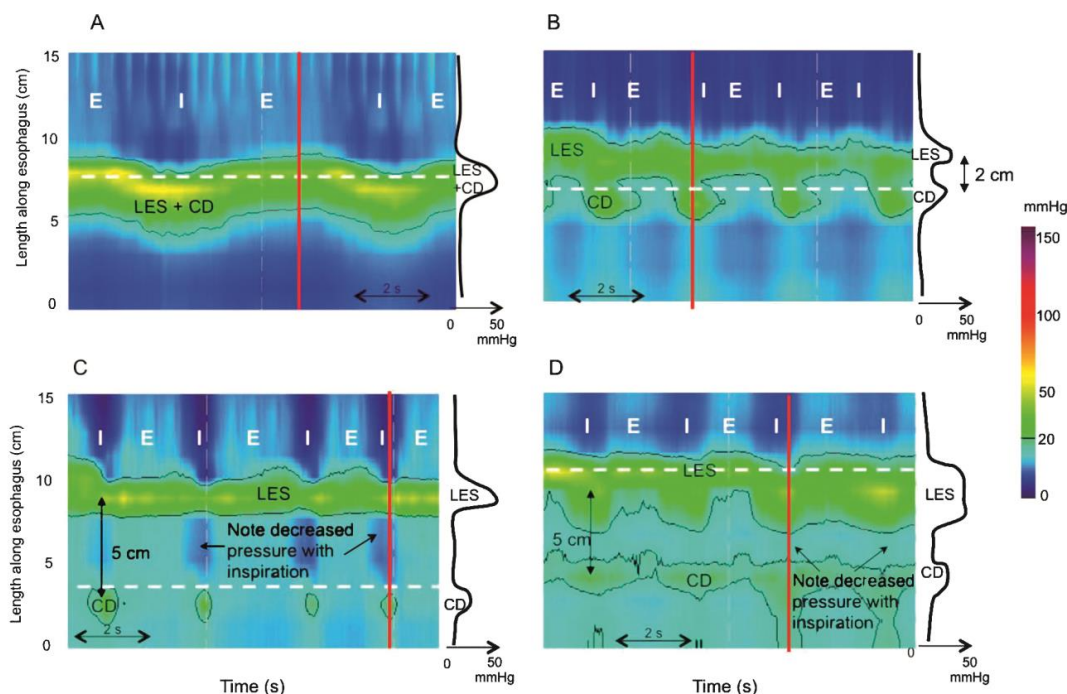
- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; kOhm: kilo ohm; LES: lower esophageal sphincter; UES: upper esophageal sphincter.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

۵-۲. هرنی هیاتال sliding

اگرچه مورفولوژی EGJ، یک معیار تعیین کننده برای هیچ یک از اختلالات حرکتی مری نیست، تعیین وجود هرنی هیاتال یک یافته‌ی بالینی مهم است. هرنی هیاتال ممکن است باعث شود که کاتتر مانومتر وارد فضای داخل شکمی نشود و در نتیجه، نتایج مانومتری اشتباه باشد. EGJ در معرض تنوع مورفولوژیکی قابل توجهی در نمودارهای EPT است، که عمدتاً به دلیل شلی (laxity) بالقوه در اتصال بین اسفنکتر تحتانی مری (LES) و دیافراگم crural (CD) است:

- تیپ ۱: با یک EGJ کاملاً طبیعی، دیافراگم crural (CD) مستقیماً بر روی LES قرار می‌گیرد و تشخیص دیافراگم crural (CD) را تنها بر اساس انقباض دمی (inspiration contraction) آن ممکن می‌سازد.
- تیپ ۲: با جدایی جزئی (۱-۲ سانتی‌متر) و عدم تطابق بین LES و دیافراگم crural (CD) مشخص می‌شود. وجود یا عدم وجود هرنی هیاتوس نامشخص است.
- در هرنی هیاتال، جدایی کامل (≤ 2 سانتی‌متر) بین LES و دیافراگم crural (CD) وجود دارد که امکان ارزیابی مستقل هر یک از اجزا را فراهم می‌کند. توجه داشته باشید که نقطه وارونگی تنفسی (RIP) در چنین مواردی می‌تواند در بالای دیافراگم crural (CD) یا LES قرار گیرد.



شکل ۵۹. مانومتری مری با وضوح بالا (HRM): انواع اتصال مری به معده (EGJ).

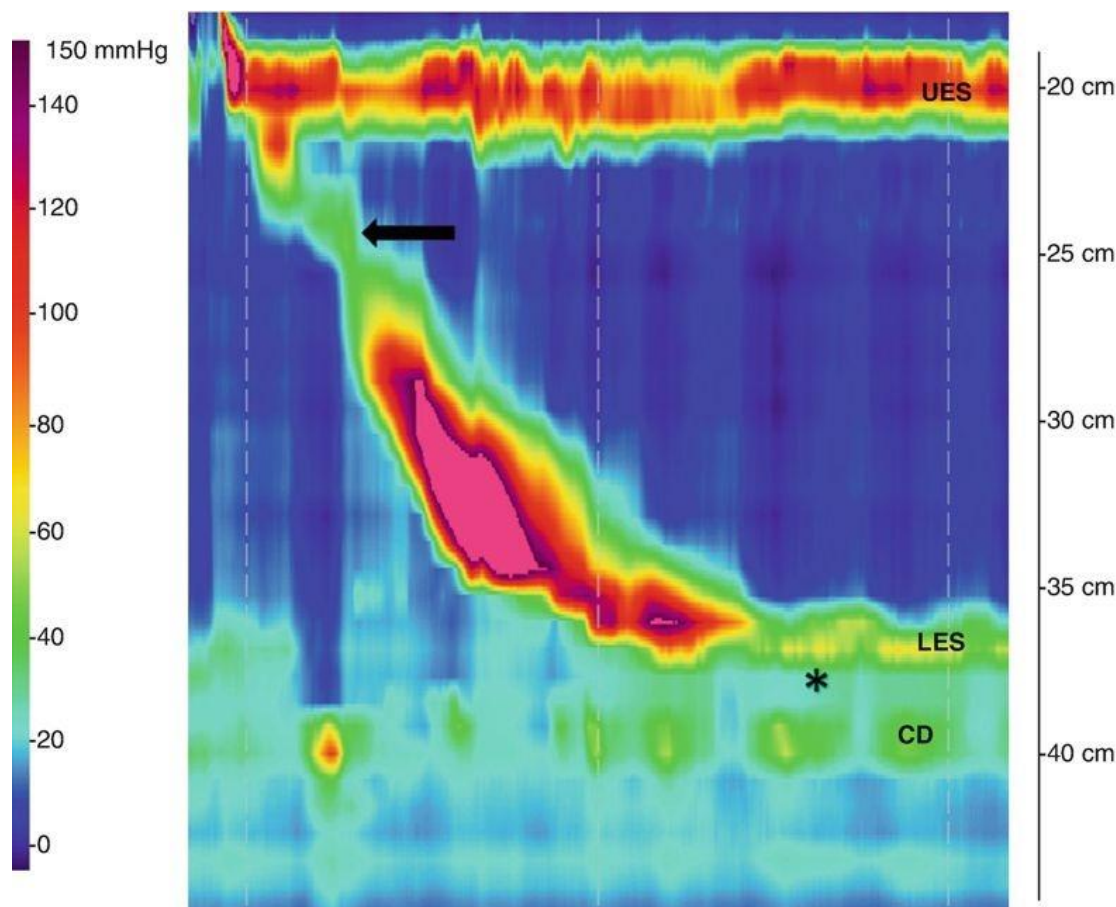
برای هر پانل، نمودار تغییرات فشار فضایی لحظه‌ای (instantaneous spatial pressure variation plot) مربوط به خط قرمز در نمودار توپوگرافی فشار، با خط مشکی در سمت راست نشان داده شده است. دو جزء اصلی EGJ، LES و CD هستند، که در EGJ نوع I (پانل A) روی هم قرار می‌گیرند و نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقل اندازه‌گیری کرد. RIP، که با خط چین افقی سفید نشان داده شده است، در نزدیکی حاشیه پروگزیمال EGJ قرار دارد. فشار EGJ در طول دم (I)، افزایش و در طول بازدم (E) کاهش می‌یابد.

مورفولوژی فشار EGJ نوع II در پانل B نشان داده شده است (فاصله LES و EGJ کمتر از ۲ سانتی‌متر). به دو قله در نمودار تغییرات فشار فضایی لحظه‌ای (instantaneous spatial pressure variation plot) توجه کنید. فشار بین قله‌ها بیشتر از فشار داخل معده است. RIP در سطح CD است. پانل‌های C و D با مورفولوژی فشار EGJ نوع III را نشان می‌دهند (فاصله LES و EGJ بیشتر از ۲ سانتی‌متر) که با وجود دو قله از نمودار تغییرات فشار فضایی لحظه‌ای (instantaneous spatial pressure variation plot) با فشار بین قله‌ها برابر یا کمتر از فشار داخل معده مشخص می‌شود. RIP در نوع IIIa در سطح CD (پانل C) است، در حالی که در نوع IIIb در سطح LES (پانل D) قرار دارد.

- HRM: high-resolution manometry; EGJ: esophagogastric junction; E: expiration; I: inspiration; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm; cm: centimeter; sec: second; mmHg: millimeter of mercury; RIP: respiratory inversion point.

- Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al, and The International High Resolution Manometry Working Group. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. Neurogastroenterol Motil 2015; 27:160.

هرنی هیاتال به هرنی عناصر حفره‌ی شکمی از طریق شکاف مری (esophageal hiatus) در دیافراگم اشاره دارد. هرنی هیاتال نوع یک یا sliding با جابجایی EGJ به بالای دیافراگم مشخص می‌شود. معده در تراز طولی معمول خود و فوندوس در زیر EGJ باقی می‌ماند. اغلب بیماران بی‌علامتند. بیماران با هرنی نوع یک بزرگ ممکن است با علائم GERD (شایع‌ترین آنها شامل سوزش سر دل، رگورژیتاسیون و دیسفاژی) تظاهر پیدا کنند. هرنی هیاتال تشخیصی نیست که برای آن اقدام تشخیصی هدفمند انجام شود، بلکه معمولاً به‌طور تصادفی در اندوسکوپی فوقانی، مانومتری یا تصویربرداری جهت بررسی سایر تشخیص‌ها مشاهده می‌گردد.

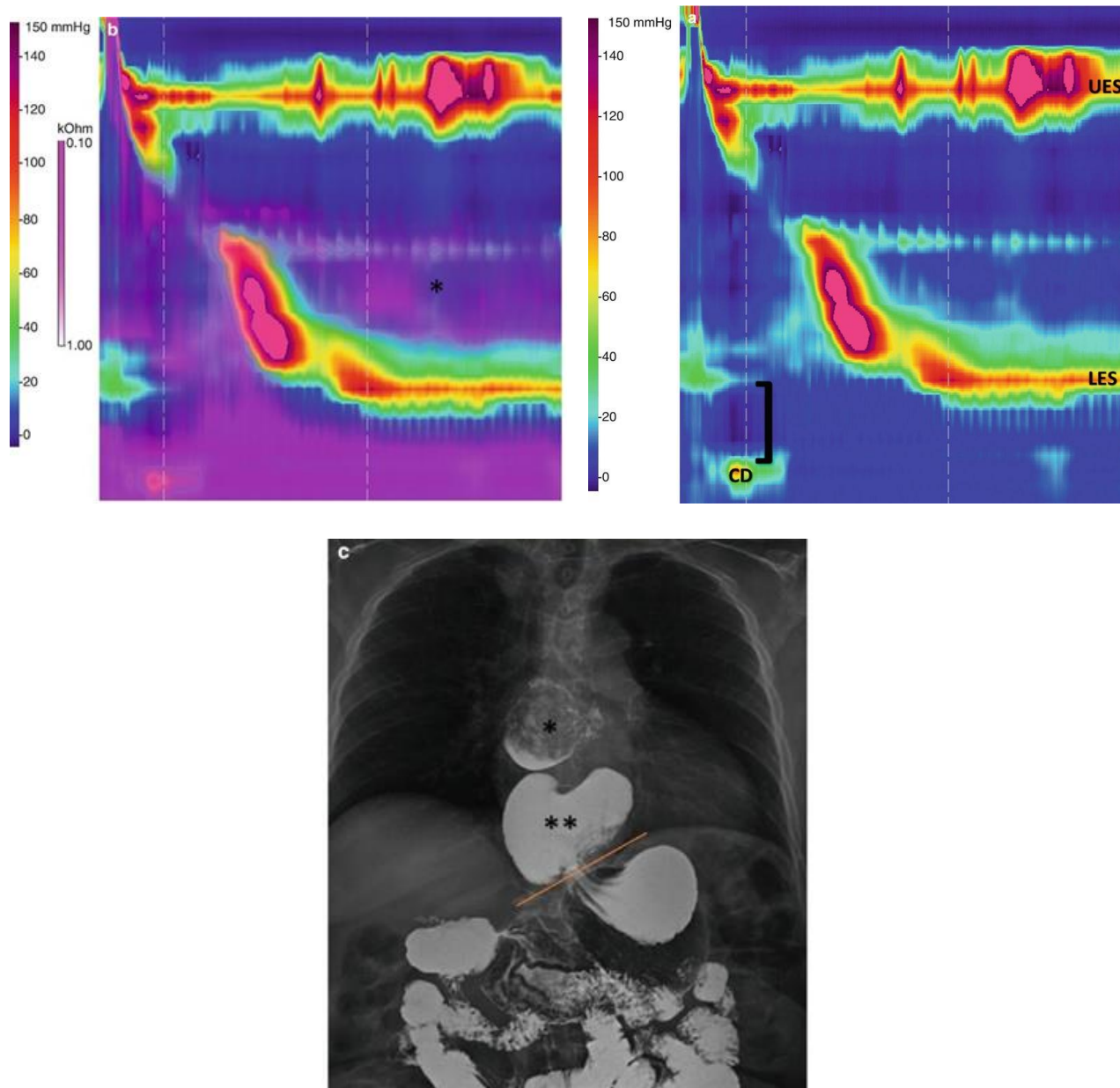


شکل ۶۰. مانومتری با وضوح بالا (HRM) در مری کوتاه همراه با هرنی هیاتال sliding.

طول کاتتر در سمت راست مشخص شده است. همانطور که نشان داده شده است مری تا حد ۱۷ سانتی‌متر کوتاه شده است. محدوده انتقالی (transition zone) محو شده است (پیکان). یک هرنی هیاتال sliding ۳ سانتی‌متری هم دیده می‌شود. ترمیم موفقیت‌آمیز هرنی هیاتال در این بیمار به هر دو روش فوندوپلیکاسیون Nissen و گاستروپلاستی Collis نیاز دارد که روشی برای طولانی کردن مری به منظور جلوگیری از پارگی زودرس باند Nissen به دنبال فشار کششی مری کوتاه شده می‌باشد. پدیده دیگری که می‌توان در مری کوتاه مشاهده کرد، قدرت انقباضی کم مری به طور کاذب است. اما قدرت انقباض در این مثال طبیعی است. انتگرال انقباضی دیستال (DCI) بیشتر از $450 \text{ mmHg} \times \text{sec} \times \text{cm}$ می‌باشد.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm; DCI: distal contractile integral; s: second.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



شکل ۶۱. مانومتري با وضوح بالا همراه با ايمپدانس (HRIM) در ديورتیکول اپی فرنيک و هرنی هیاتال sliding بزرگ.

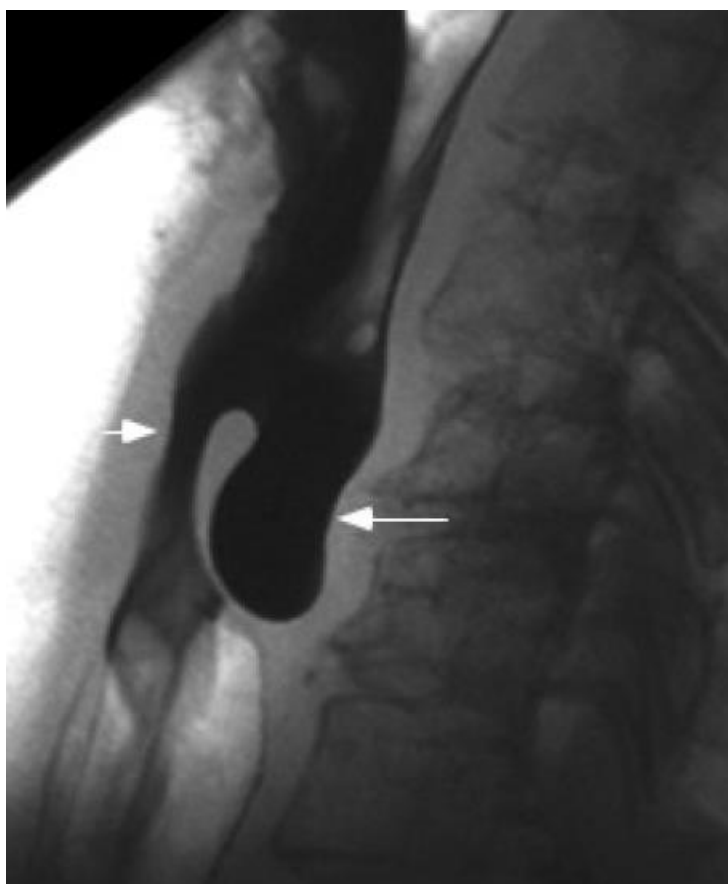
A: بلع مایع (wet swallow) منجر به ایجاد پریستالسیس اولیه طبیعی در مری می‌شود و اسفنکتر تحتانی مری (LES) به طور معمول با شروع بلع relax می‌شود. علامت کروش نشان‌دهنده یک هرنی هیاتال بزرگ با انقباض دیافراگمی است که در ۶ سانتی‌متری دیستال LES دیده می‌شود.
 B: دیورتیکول اپی فرنيک در ايمپدانس رؤیت می‌شود، زیرا مایع به صورت پیوسته در دیورتیکول (*) جمع می‌شود. دیورتیکول از پاکسازی بولوس در مری جلوگیری می‌کند. یافته‌های مانومتریک باید با مطالعه باریوم مری و ارزیابی اندوسکوپی مطابقت داده شود.
 C: ازوفاگورام باریوم از دیورتیکول اپی فرنيک (*) و هرنی هیاتال sliding بزرگ (**). خط نارنجی، سوراخ دیافراگم را دیستال به ساک هرنی هیاتال نشان می‌دهد. دیورتیکول اپی فرنيک ممکن است در بیماران مبتلا به اختلال حرکتی مری دیده شود.

● HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; kOhm: kilo ohm; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm.

■ Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

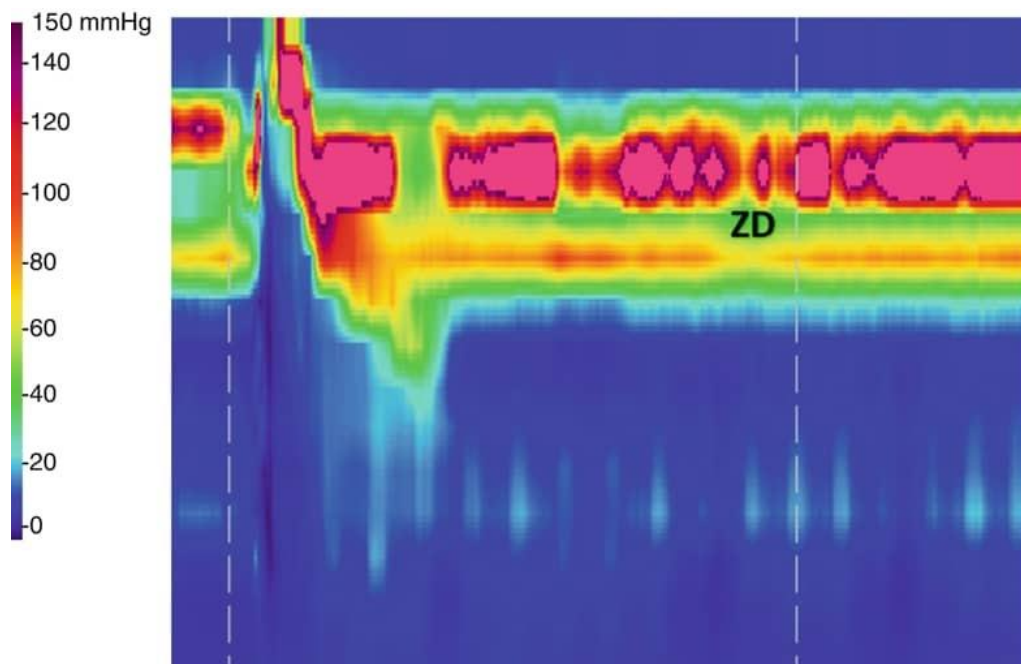
۶-۷. دیورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum)

دیورتیکول زنکر (ZD) یک بیرون زدگی کیسه‌مانند (sac-like) مخاط و زیرمخاط از طریق مثلث Killian است (ناحیه‌ای از ضعف عضلانی بین فیبرهای عرضی عضله کریکوفارنژئوس و فیبرهای مایل منقبض‌کننده تحتانی یعنی عضله تیروفارنژئوس). دیورتیکول‌های کوچک می‌توانند بدون علامت باشند. دیسفاژی oropharyngeal گذرا در بیماران مبتلا به ZD ممکن است در ابتدای سیر بیماری مشاهده شود. وقتی دیورتیکول به اندازه‌ای بزرگ می‌شود که محتویاتی مانند مخاط، قرص‌ها، خلط و غذا را در خود نگه دارد، بیمار ممکن است از بوی بد دهان، ظاهر شدن توده‌ای در گردن، یا رگورژیتاسیون شکایت کند. کاهش وزن قابل توجه و سوءتغذیه می‌تواند در بیماران مبتلا به دیسفاژی طولانی مدت رخ دهد. در موارد نادر، ممکن است ZD آنقدر بزرگ شود که محتویات باقیمانده آن ممکن است به سمت جلو فشار داده و مری را کاملاً مسدود کند. تشخیص ZD در بررسی بلع باریم انجام می‌شود. اندوسکوپی فوقانی برای تأیید تشخیص لازم نیست، اما برای رد بدخیمی همزمان توصیه می‌شود.



شکل ۶۲. مطالعه باریم مری دیورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum).

مطالعه‌ی باریم مری در بیماری با دیسفاژی oropharyngeal نشان می‌دهد که یک دیورتیکول بزرگ از دیواره خلفی مری فوقانی (پیکان بزرگ) ایجاد می‌شود که باعث باریک شدن extrinsic لومن قدامی مری (سر پیکان) می‌شود.



شکل ۶۳. مانومتري با وضوح بالا (HRM) در ديورتیکول زنکر (Zenker's diverticulum).

ديورتیکول زنکر یک ديورتیکول کاذب به دليل هرنی از طريق مثلث Killian است. مثلث Killian توسط عضله منقبض کننده حلقی تحتانی در بالا و عضله کریکوفارنژیوس در پایین محصور شده است. هرنی به دليل افزایش فشار هیپوفارنکس ثانویه به سفتی یا فیروز عضله کریکوفارنکس، فشار بالای اسفنکتر فوقانی مری (UES) یا عدم هماهنگی بین UES و هیپوفارنکس به وجود می‌آید. ممکن است همراه با افزایش ضخامت در عضله کریکوفارنکس باشد که می‌تواند همزمان با باریکه کریکوفارنژیال (cricopharyngeal bar) همراه باشد. به طور معمول، UES یک نوار فشار بالا را در حالت استراحت نشان می‌دهد، اما این نمودار (که در قسمت بالایی مری بزرگ نمایی شده است) دو ناحیه با فشار بالا را نشان می‌دهد. ناحیه کم فشار که به رنگ سبز بین دو ناحیه با فشار بالاتر نشان داده شده است، بیانگر وجود حفره ديورتیکول است. با توجه به فاصله حداقل ۱ سانتی‌متری که بین حس‌گرهای (sensor) فشار کاتتر مانومتري وجود دارد، HRM مری نسبت به مطالعه باریه در ارزیابی ديورتیکول زنکر حساسیت کمتری دارد.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; ZD: Zenker's diverticulum; UES: upper esophageal sphincter.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.

خلاصه کتاب در یک نگاه



اندیکاسیون‌های انجام مانومتری مری

۱. دیسفاژی

- بیماران با دیسفاژی oropharyngeal: استاندارد تشخیصی در این بیماران، ویدئوفلوروسکوپی مری است. مانومتری مری در این بیماران جهت تعیین شدت و مکانیسم اختلال بلع انجام می‌شود.
- بیماران با دیسفاژی esophageal: اولین اقدام تشخیصی در این بیماران، اندوسکوپی فوقانی است. مانومتری مری در بیمارانی که اندوسکوپی فوقانی تشخیصی نیست و/یا شک به اختلال حرکتی مری وجود دارد، انجام می‌پذیرد.
- تأیید تشخیص و پیگیری (follow up) در برخی از اختلالات حرکتی مری مثل آسالازی.

۲. بیماری ریفلاکس معده به مری (GERD)

- بیماران مبتلا به GERD با دیسفاژی و رگورژیتاسیون.
- در بیماران مشکوک به GERD با درد قفسه سینه و اندوسکوپی فوقانی نرمال.
- GERD مقاوم به درمان مدیکال (عدم پاسخ به درمان با دوز استاندارد PPI دو بار در روز به مدت ۸ هفته)
- بیماران مبتلا به GERD قبل از درمان‌های آنتی‌ریفلاکس تهاجمی برای رد اختلالات حرکتی مری (مثل آسالازی یا اسکرودرمی که جراحی آنتی‌ریفلاکس در آنها ممنوع است).
- تعیین دقیق محل LES قبل از قرار دادن کاتتر pHمتری ambulatory.

۳. درد قفسه سینه غیر قلبی (Non-cardiac chest pain)

- شک به اختلالات حرکتی مری بعنوان اتیولوژی احتمالی ایجادکننده علائم بیمار (مثل DES).

پروتکل استاندارد HRM، طبقه‌بندی شیکاگو.

روش مطالعه
مطالعه در وضعیت خوابیده به پشت (supine) آغاز می‌شود: • ≤ 60 ثانیه زمان تطابق (adaption period) • تثبیت وضعیت کاتتر با حداقل سه دم متوالی • ≤ 30 ثانیه ماندن در وضعیت پایه • ۱۰ بلع مایع (wet swallow) به میزان هر بلع ۵ سی‌سی در وضعیت خوابیده به پشت (supine) • یک بلع‌های سریع متوالی (MRS) (ممکن است این توالی برای سه بار به دنبال تلاش ناموفق یا پاسخ غیرطبیعی تکرار شود) تغییر وضعیت به حالت نشسته (upright): • ≤ 60 ثانیه زمان تطابق (adaption period) • تثبیت وضعیت کاتتر با حداقل سه دم متوالی • ≤ 30 ثانیه ماندن در وضعیت پایه • ≤ 5 بلع مایع (wet swallow) به میزان هر بلع ۵ سی‌سی در وضعیت نشسته (upright) • یک چالش نوشیدن سریع (RDC) اگر اختلال مائور حرکتی مشاهده نشد، از ارزیابی‌های مانومتريک زیر استفاده می‌کنیم: • در صورت وجود احتمال انسداد خروجی مری (EGOO): بلع لقمه جامد (solid test swallows)، بلع غذای جامد (solid test meal)، و/یا تحریک دارویی (pharmacologic provocation) • در صورت وجود احتمال اختلالات نشخوار کردن (rumination) و/یا اختلال آروغ زدن (belching disorder): مشاهده HRIM پس از صرف غذا اگر نتایج مبهم و دوپلهو مشاهده شد و/یا شک به علائم انسدادی وجود داشت که معیارهای تشخیصی برای آشالازی را پر نمی‌کرد، تست‌های حمایتی را در نظر می‌گیریم: • باریم ازوفاگرام زمانبندی‌شده (TBE)، ترجیحاً با قرص باریم • پروب تصویربرداری عملکردی اندولومینال (FLIP)
ملاحظات
قبل از انجام مانومتري، بیماران باید حداقل ۴ ساعت ناشتا باشند (نوشیدن مقادیر کمی مایع شفاف مجاز است)، البته این زمان می‌تواند برای مواردی مثل آشالازی طول کشیده طولانی‌تر باشد. رضایت آگاهانه می‌بایست گرفته شود. اگرچه طبقه‌بندی شیکاگو ۴، استفاده از کاتتر solid-state با حس‌گرهایی (sensor) با فاصله‌گذاری کمتر از ۲ سانتی‌متر را برای HRM توصیه می‌کند، با این وجود پروتکل HRM را می‌توان با کاتترهای water-perfused نیز انجام داد، البته در صورتی که از مقادیر اصولی مناسب و با محدودیت وضعیت یعنی بلع فقط در وضعیت خوابیده (supine) و انجام مانورهای امکان‌پذیر با کاتترهای مذکور استفاده شود. استفاده از مانومتري ایمپدانس با وضوح بالا (HRIM) اگرچه لازم نیست، اما توصیه می‌شود. پزشکانی که وضعیت نشسته (upright) را انتخاب کرده‌اند، می‌بایست توصیه به ۱۰ بلع مایع (wet swallow) در وضعیت نشسته نمایند. طبقه‌بندی بر پایه ۱۰ بلع مایع (wet swallow) در وضعیت اولیه چه به صورت خوابیده یا به صورت نشسته انجام می‌گیرد. ارزیابی بلع در وضعیت‌های ثانویه و یا با کمک تست‌های تحریکی اطلاعات حمایتی را فراهم می‌آورند.

- HRM: high-resolution manometry; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge; EGGO: esophagogastric junction-outflow obstruction; HRIM: high resolution-impedance manometry; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

آستانه‌ها و معیارهای اندازه‌گیری در HRM.

ارزیابی	معیارهای توپوگرافی	تعریف	آستانه تشخیص	ملاحظات تکمیلی
فشار relaxation در EGJ در پاسخ به بلع	IRP	میانگین حداکثر فشار relaxation در EGJ، در طی یک دوره‌ی ۴ ثانیه‌ای با شروع از زمان UES relaxation، به طور پیوسته یا ناپیوسته	IRP غیرطبیعی: در حالت خوابیده به پشت (supine): Medtronic ≥ 15 mmHg Laborie/Diversatek ≥ 22 mmHg در حالت نشسته (upright): Medtronic ≥ 12 mmHg Laborie/Diversatek ≥ 15 mmHg	حمایت از تشخیص انسداد خروجی مری (EGJOO): در چالش نوشیدن سریع (RDC): Medtronic > 12 mmHg در تست بلع غذای جامد (STM): Medtronic ≥ 25 mmHg
پریتالسیس مری (Esophageal peristalsis)	DCI (قدرت انقباض)	(دامنه $\times$ مدت $\times$ زمان $\times$ طول) انقباض دیستال مری، جایی که 20 mmHg بالاتر از transition zone به پروگزیمال به LES می‌باشد. (mmHg $\times$ s $\times$ cm)	انقباض نرمال: 450 تا 8000 انقباض ضعیف (weak): 100 تا 450 پریتالسیس ناموفق (failed): کمتر از 100 بلع hypercontractile: بیشتر از 8000 بلع غیر مؤثر (ineffective): انقباض ضعیف (weak) یا پریتالسیس ناموفق (failed)	پاسخ کامل به MRS، شامل نبود انقباض دیواره مری (DCI) کمتر از 100 mmHg $\times$ s $\times$ cm همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES، در طول بلع مکرر و تقویت انقباض بعد از مرحله MRS می‌باشد (DCI) بعد از MRS بزرگتر از DCI یک بلع 5 سی‌سی در حالت نرمال است.
زمان تأخیر بلع (Latency of deglutitive) (inhibition)	یکپارچگی جریان انقباض به وجود آمده contractile waveform (integrity)	پیوستگی پریتالسیس در isobaric contour به میزان 20 میلی‌متر جیوه	بلع غیر مؤثر (ineffective): large break (بیشتر از 5 سانتی‌متر)، در شرایطی که $DCI \leq 450$ mmHg $\times$ s $\times$ cm می‌باشد.	
افزایش فشار (Pressurization)	تنظیم ایزوبار (Isobar contour)	فاصله بین زمان CDP و UES relaxation	انقباض اسپاستیک یا premature: DL کمتر از $4/5$ ثانیه در شرایطی که $DCI \leq 450$ mmHg $\times$ s $\times$ cm	
		فشار (pressurization) به معنای فشار در یک لومن باز بین دو سگمان منقبض شده در ایزوباریک contour بیشتر از 30 میلی‌متر جیوه مری است.	panesophageal pressurization یعنی pressurization کل مری (از UES تا EGJ) compartmentalized pressurization یعنی pressurization محدودتر از EGJ pressurization یعنی pressurization بین LES و crural diaphragm (CD) در وجود LES-CD separation	Panesophageal pressurization کمتر از 20 mmHg در RDC یا تست بلع غذای جامد (STM) از تشخیص انسداد خروجی مری حمایت می‌کند.

- HRM: high-resolution manometry; EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure; UES: upper esophageal sphincter; mmHg: millimeter of mercury; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; RDC: rapid drink challenge; STM: solid test meal; DCI: distal contractile integral; LES: lower esophageal sphincter; cm: centimeter; s: second; MRS: multiple rapid swallow; DL: distal latency; CDP: contractile deceleration point; CD: crural diaphragm.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

اقدامات مانومتریک حمایتگر (supportive manometric measures) جهت افزایش اطمینان در تشخیص.

اقدام مانومتریک	پروتکل	پاسخ طبیعی
بلع سریع متوالی (MRS)	۵ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۲ سی سی با فواصل ۳-۲ ثانیه	نبود انقباض دیواره مری (DCI کمتر از $100\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$) همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES، در طول بلع مکرر و تقویت انقباض بعد از مرحله MRS می باشد (DCI بعد از MRS بزرگتر از DCI یک بلع ۵ سی سی در حالت نرمال است).
چالش نوشیدن سریع (RDC)	نوشیدن سریع ۲۰۰ سی سی مایع	نبود انقباض دیواره مری (DCI کمتر از $100\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$) همراه با مهار کامل بلع (deglutitive inhibition) در LES طی RDC، بدون شواهدی از اختلال مازور حرکتی مری بعد از RDC.
تست بلع (لقمه) جامد (Solid test swallows)	۱۰ بلع از لقمه جامد نرم به سائز تقریبی 1 cm^3 (مثلاً نان، برنج پخته نرم شده، گل ختمی)	وجود بیشتر از ۲۰٪ pharyngeal swallow و به دنبال آن، انقباض کارآمد دیواره مری [یعنی DCI بیشتر از $1000\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$ بدون large break (بیشتر از ۵ سانتی متر)] در جریان پریستالسیس.
تست (بلع) غذای جامد (STM)	۲۰۰ گرم از غذای جامد نرم (مثلاً برنج پخته شده نرم، نان) با سرعت معمول برای هر بیمار، میل شود. در صورتی که بعد از ۸ دقیقه هنوز STM کامل نشده باشد، آزمون متوقف می گردد.	وجود بیشتر از ۲۰٪ pharyngeal swallow و به دنبال آن، انقباض کارآمد دیواره مری [یعنی DCI بیشتر از $1000\text{mmHg}\times\text{s}\times\text{cm}$ بدون large break (بیشتر از ۵ سانتی متر)] در جریان پریستالسیس، بدون ایجاد علامت حین خوردن غذای جامد (وجود هر علامت حین خوردن غذا می بایست ثبت الکترونیکی شود تا ارتباط آن با اختلال حرکتی مری سنجیده گردد). آهسته غذا خوردن به میزان کمتر از ۲۰۰ گرم در ۸ دقیقه هم غیرطبیعی محسوب می گردد.
وعده‌ی غذایی پس از صرف غذا (HRIM)	غذای جامد نرم یا غذایی که خود بیمار آن را به عنوان ایجاد کننده علامت می شناسد، تجویز می شود و مونیتورینگ بیمار پس از صرف غذا ادامه می یابد (حداقل ۱۰ دقیقه و رخداد فعالیت غیرطبیعی)	نبود علائم و اختلالات حرکتی یا عملکردی بعد از صرف غذای جامد. حداکثر ۴ بار ریلکس شدن گذرای LES (TLESRs) طی ۱۰ دقیقه بعد از صرف غذا همراه با آروغ زدن، بدون رگورژیتاسیون، بدون نشخوار کردن، بدون آروغ supra-gastric طبیعی محسوب می گردد.
تحریک دارویی (Pharmacologic provocation)	استنشاق آمیل نیتريت به میزان ۴-۵ پاف در وضعیت خوابیده (recumbent)	مهار انقباض دیستال مری و عضلات صاف LES همراه با کاهش IRP. در گروه کنترل سالم، آمیل نیتريت سبب کاهش IRP مشابه کاهش IRP در زمان بلع می گردد. در بیماران مبتلا به انسداد خروجی EGJ مانند آشالازی و EGJOJ واقعی، افت فشار EGJ ناشی از آمیل نیتريت به طور قابل توجهی کمتر ($\leq 10\text{mmHg}$) از کاهش IRP بلع می باشد (افزایش ریلکس شدن). در مقابل، آمیل نیتريت در بیماران مبتلا به EGJOJ ثانویه به عوامل دیگری غیر از اختلال عضلات صاف LES، تغییرات فشار کمتری را در EGJ نشان می دهند (> 10 میلی متر جیوه).

پاسخ طبیعی	پروتکل	اقدام مانومتریک
کله‌سیستوکینین به طور کلی یک پاسخ حرکتی مری biphasic را تحریک می‌کند. فاز ۱ همیشه وجود دارد و مدت کوتاهی پس از تزریق شروع می‌شود. در گروه کنترل سالم، CCK باعث کوتاه شدن خفیف مری (۲ سانتی‌متر یا کمتر) همراه با relaxation ناکامل EGJ می‌گردد (انقباض crural diaphragm حین دم حفظ شده است). در مقابل، در بیماران مبتلا به اختلال عملکرد مہاری مانند آسلازی، CCK به طور متناقض باعث القای انقباض در EGJ با فشار بیش از ۵۰ میلی‌متر جیوه می‌گردد.	تزریق داخل وریدی کله‌سیستوکینین ۴۰ ng/kg در وضعیت خوابیده (recumbent)	

طبقه‌بندی بر اساس وضعیت اولیه بیمار، به صورت خوابیده یا نشسته حین انجام مانومتری با ۱۰ بلع مایع (wet swallow) صورت گرفته است. ارزیابی پرستالسیس در وضعیت ثانویه و یا با تحریک به عنوان اقدامات حمایتگر از یک تشخیص خاص عمل می‌کند (به استثنای EGJOO و absent contractility).

- MRS: multiple rapid swallow; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; LES: lower esophageal sphincter; RDC: rapid drink challenge; STM: solid test meal; TLESRs: transient LES relaxations; HRIM: high resolution-impedance manometry; IRP: integrated relaxation pressure; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; ng: nanogram; kg: kilogram; CCK: cholecystokinin.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

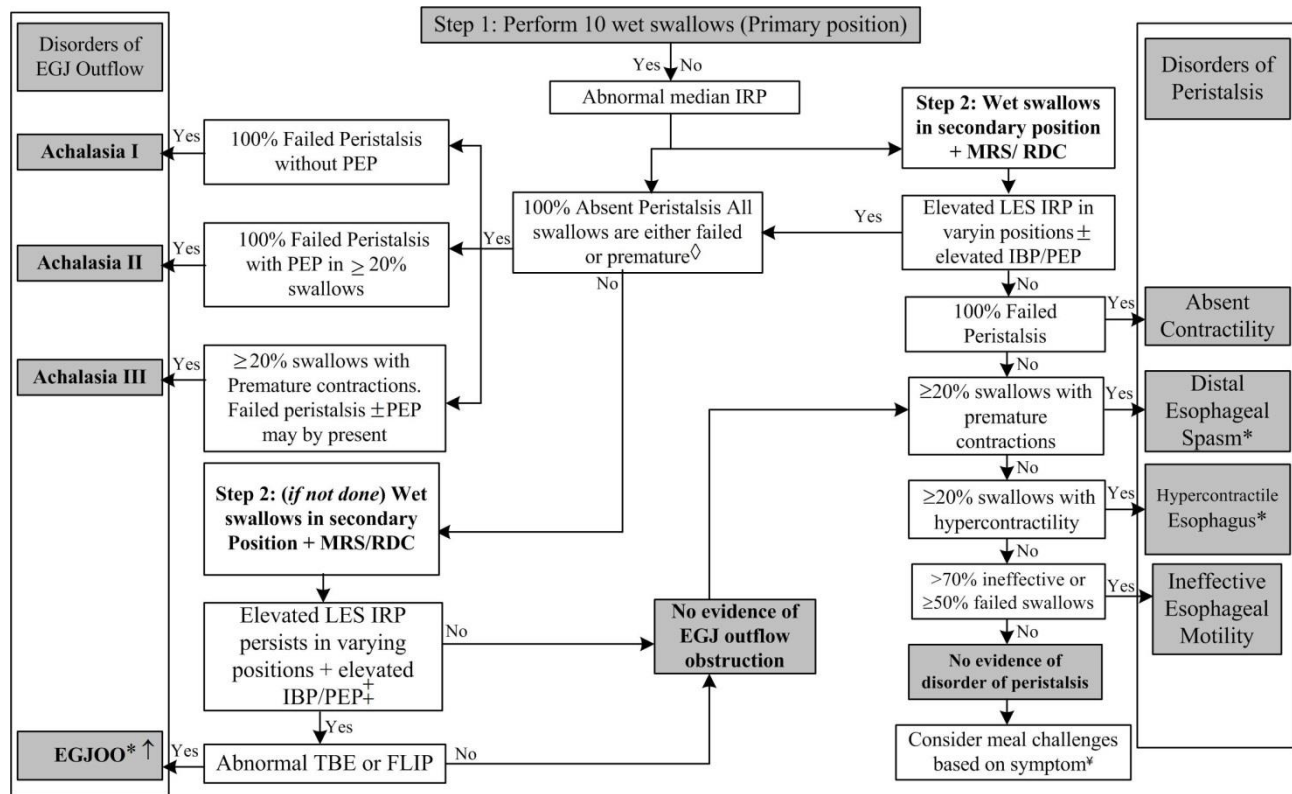
طبقه‌بندی و تعاریف مانومتری.

طبقه‌بندی	اختلال	تعریف
اختلالات خروجی EGJ (IRP بالا)	آشالازی تیپ I	IRP بیشتر از ULN ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) حداقل فشار در مری (IBP) کمتر از ۳۰ میلی‌متر جیوه) در تمام بلع‌ها
	آشالازی تیپ II	IRP بیشتر از ULN ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed) panesophageal pressurization $\leq 20\%$ بلع‌ها
	آشالازی تیپ III ^a	IRP بیشتر از ULN نبود پرستالسیس طبیعی انقباضات زودرس/اسپاستیک (premature/spastic) با DCI نرمال $\leq 20\%$ بلع‌ها
	اختلالات انسدادی خروجی EGJ ^{b, c} (EGJOO)	IRP بیشتر از ULN (در وضعیت نشسته یا خوابیده) $\leq 20\%$ افزایش فشار حین بلع (IBP) (در وضعیت خوابیده) معیارهای تشخیصی لازم را برای آشالازی را نداشته باشد.
اختلالات پرستالسیس (IRP طبیعی یا پایین)	فقدان انقباض (Absent contractility)	IRP نرمال (در وضعیت خوابیده و نشسته) ۱۰۰٪ پرستالسیس ناموفق (failed)
	اسپاسم دیستال مری ^c (DES)	IRP نرمال انقباضات زودرس/اسپاستیک (premature/spastic) $\leq 20\%$ بلع‌ها
	انقباض بیش از حد مری ^c (Hypercontractile esophagus)	IRP نرمال بلع‌های hypercontractile $\leq 20\%$ بلع‌ها
	حرکت غیر مؤثر مری (IEM)	IRP نرمال بلع غیر مؤثر (ineffective) $< 70\%$ یا پرستالسیس ناموفق (failed) $\leq 50\%$ بلع‌ها بلع‌های غیر مؤثر شامل: - پرستالسیس ناموفق (failed): $DCI > 100 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ - پرستالسیس ضعیف (weak): $DCI < 100 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$، اما $> 45 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$ - بلع‌های fragmented: large break (< 5 سانتی‌متر) در ایزوباریک contour ۲۰ میلی‌متر جیوه در $DCI \leq 450 \text{ mmHg} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}$

- a تمایز بین آشالازی نوع III و EGJOO قطعی می‌تواند بسیار مشکل باشد. در طبقه‌بندی شیکاگو، آشالازی با ۱۰۰٪ عدم وجود پرستالسیس تعریف می‌شود، که شامل پرستالسیس‌های ناموفق (failed) یا زودرس (premature) هستند.
- b بیماران با انسداد EGJ همراه با شواهد پرستالسیس معیارهای EGJOO را پر کرده و ممکن است دارای ویژگی‌هایی باشند که نشان دهنده آشالازی یا سایر الگوهای پرستالسیس است که بر اساس معیارهای تعریف شده برای اختلالات پرستالسیس استفاده می‌شود: EGJOO با ویژگی‌های اسپاستیک [$\leq 20\%$ انقباضات premature]، EGJOO با ویژگی‌های hypercontractile، EGJOO با IEM، یا EGJOO بدون شواهدی از اختلالات پرستالسیس.
- c ارتباط الگوهای مانومتری با شواهد بالینی نامشخص است. تشخیص قطعی، نیازمند علائم بالینی (دیسفاژی و/یا درد غیر قلبی قفسه سینه) و/یا تست‌های supportive است.

● EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure; ULN: upper-limit of normal; IBP: intrabolar pressure; DCI: distal contractile integral; EGJOO: EGJ-outflow obstruction; DES: distal esophagus spasm; IEM: ineffective esophageal motility; s: second; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter.

■ Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).



طرح الگوریتمی طبقه‌بندی شیکاگو.

* الگوهای مانومتریک غیرمرتبط با علائم بالینی نشان داده شده است. تشخیص قطعی مرتبط با علائم بالینی به اطلاعات بیشتری نیاز دارد که ممکن است شامل علائم بالینی مرتبط و/یا آزمایشات حمایتگر باشد.

† بیماران با انسداد EGJ و وجود بلع پرستالتیک معیارهای دقیق EGJOJ را برآورده می‌کنند و ممکن است دارای ویژگی‌هایی باشد که نشان دهنده آشالازی یا الگوهای دیگر مرتبط با اختلالات پرستالتیک منطبق با معیارهای اختلالات پرستالتیک باشند: EGJOJ با ویژگی‌های اسپاستیک، EGJOJ با hypercontractile esophagus، EGJOJ با تحرک غیرموثر دیواره مری (ineffective motility)، یا EGJOJ بدون شواهدی از اختلال پرستالتیک.

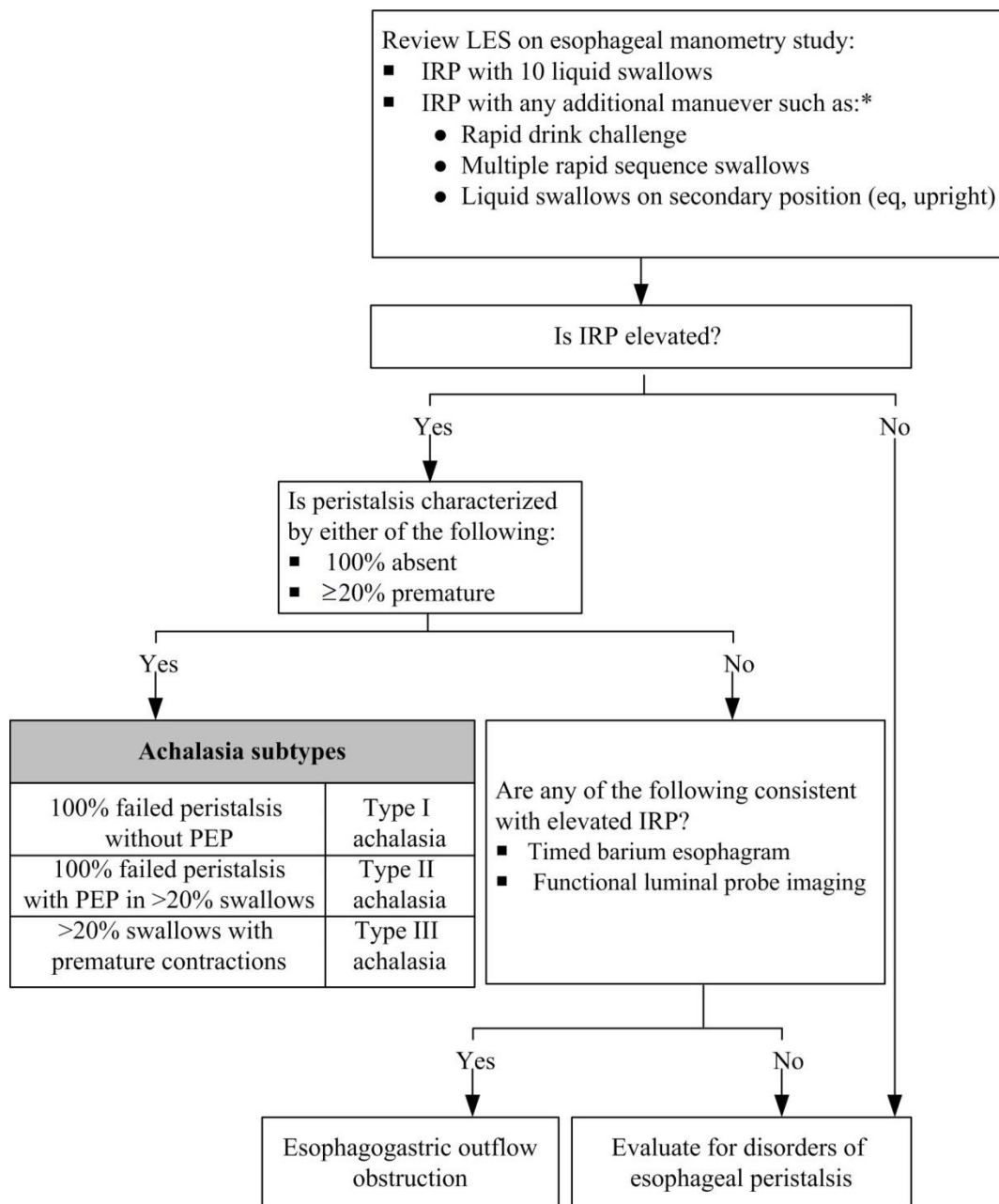
‡ چالش نوشیدن سریع (RDC)، بلع ماده غذایی جامد، و/یا تحریک فارماکولوژیک با آمیل نیتريت یا کوله‌سیستوکینین (در صورت وجود) می‌تواند برای ارزیابی انسداد کمک کننده باشند.

◇ بیمارانی که قبلاً بر اساس ۱۰ بلع در وضعیت اولیه، به عنوان بیماران بدون انقباض مری (absent contractility) معرفی شده‌اند، ممکن است آشالازی داشته باشند، به خصوص اگر در سایر وضعیت‌ها و/یا با انجام RDC و/یا MRS دارای IRP بالا باشند. این موارد باید برای آشالازی نوع I یا II غیرقطعی (inconclusive) در نظر گرفته شوند و با TBE/FLIP بیشتر مورد ارزیابی قرار گیرند.

¥ اگر شواهدی دال بر اختلال پرستالتیک یا انسداد خروجی EGJ در بیماری که به احتمال زیاد EGJOJ آن تشخیص داده نشده است، وجود داشته باشد تست بلع غذای جامد (STM) کمک کننده است. اگر این بررسی غیرطبیعی باشد، احتمال انسداد مکانیکی باید دوباره بررسی شود. در یک بیمار مبتلا به رگورژیتاسیون یا آروغ زدن، می‌توان از مانومتري امپدانس با وضوح بالا (HRIM) پس از غذا برای ارزیابی اختلالات مرتبط با نشخوار/آروغ زدن استفاده کرد.

- EGJ: esophagogastric junction; EGJOJ: EGJ-outflow obstruction; PEP: panesophageal pressurization; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge; LES: lower esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; IBP: intrabolus pressure; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe; STM: solid test meal; HRIM: high resolution-impedance manometry.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

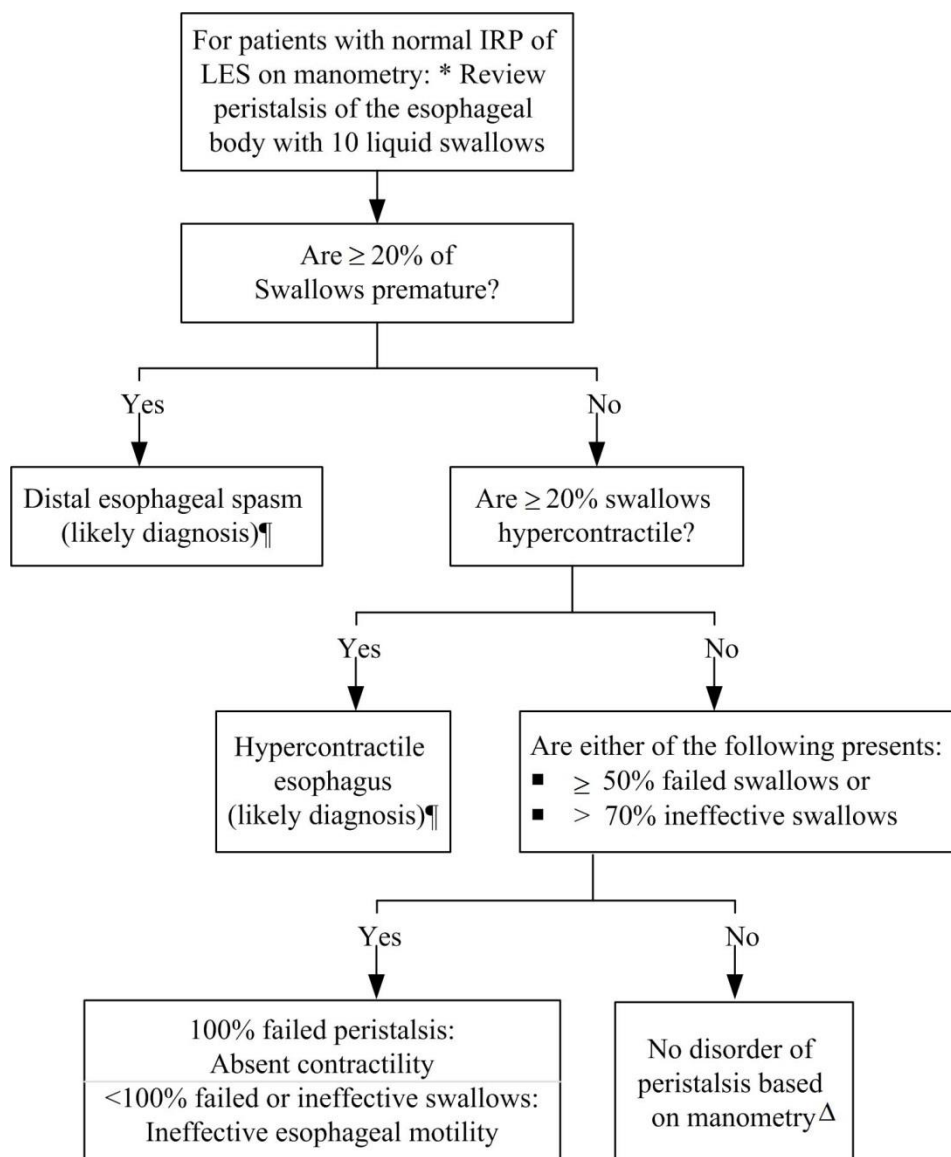


طبقه‌بندی شیکاگو برای تفسیر مانومتری مری: ارزیابی اختلالات EGJOO.

* برای ارزیابی بیشتر انسداد EGJ، ممکن است از مانورهای تکمیلی شامل چالش نوشیدن سریع (RDC)، بلع مایعات در وضعیت ثانویه (مثلاً upright)، و/یا بلع سریع متوالی (MRS) استفاده شود. این مانورها ممکن است در صورت مشکوک بودن به IRP غیرطبیعی یا به عنوان بخشی از پروتکل یک مرکز انجام شوند.

مانومتری تشخیص احتمالی را نشان می‌دهد، اما باید با علائم و تست‌های حمایتی تأیید شود.

- EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; LES: lower esophageal sphincter; IRP: integrated relaxation pressure; PEP: panesophageal pressurization; RDC: rapid drink challenge; MRS: multiple rapid swallow.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0 ©. Neurogastroenterol Motil 2021; 33(1):e14058.



طبقه‌بندی شیکاگو برای تفسیر مانومتري مری: ارزیابی اختلالات پریستالسیس مری.

* برای ارزیابی بیشتر انسداد EGJ، ممکن است از مانورهای تکمیلی شامل چالش نوشیدن سریع (RDC)، بلع مایعات (wet swallow) در وضعیت ثانویه (مثلاً upright)، و/یا بلع سریع متوالی (MRS) استفاده شود. این مانورها ممکن است در صورت مشکوک بودن به IRP غیرطبیعی یا به عنوان بخشی از پروتکل یک مرکز انجام شوند.

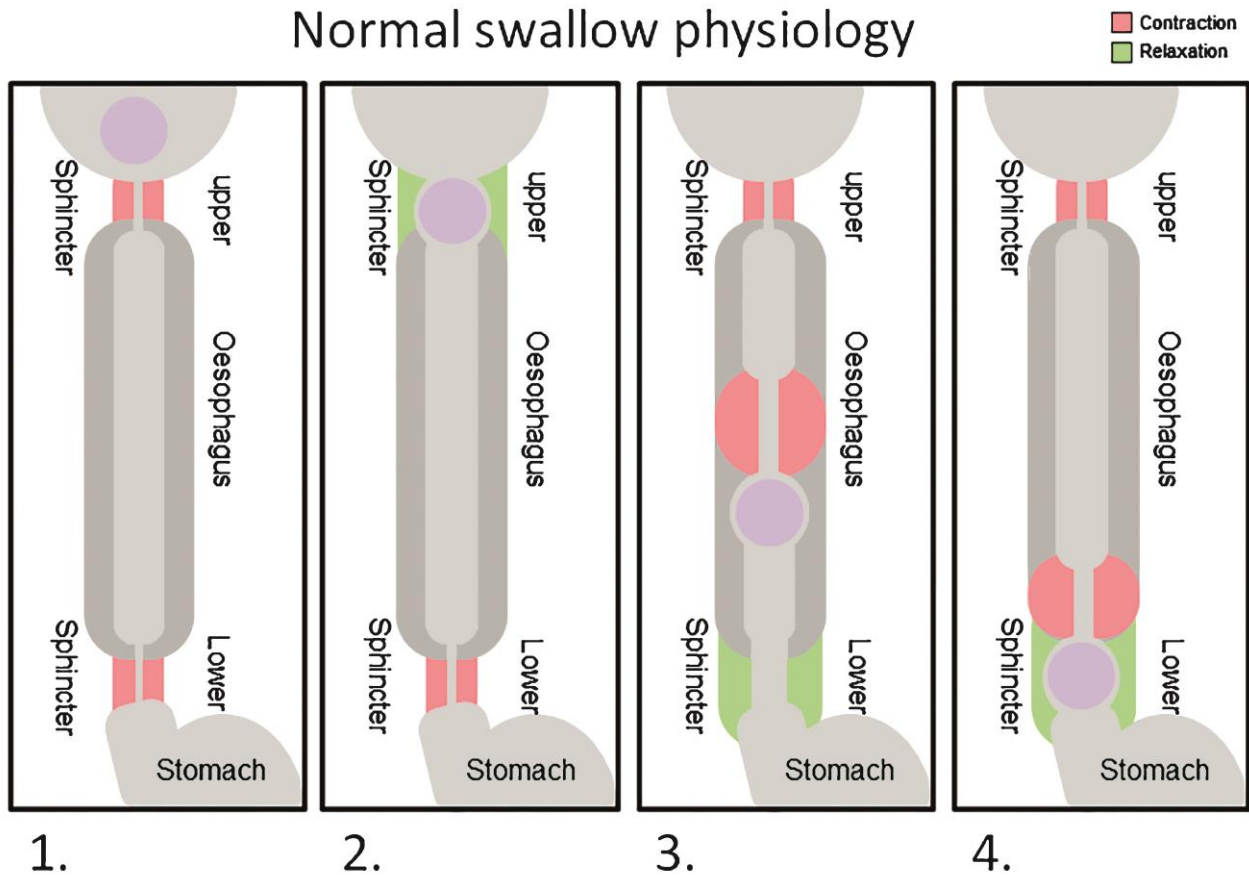
¶ مانومتري تشخیص احتمالی را نشان می‌دهد، اما باید با علائم و تست‌های حمایتی تأیید شود.

Δ اگر شواهد مانومتري دال بر اختلال پریستالسیس یا انسداد خروج EGJ در یک بیمار مشکوک به انسداد خروجی EGJ وجود نداشته باشد، می‌توان برای رد الگوی انسدادی تست وعده‌ی غذایی جامد (solid test meal) انجام داد. اگر این تست غیرطبیعی باشد، احتمال انسداد مکانیکی باید دوباره بررسی شود. در بیمارانی که علائم رگورژیتاسیون یا آروغ زدن دارند، می‌توان از مانیتورینگ امپدانس با وضوح بالا پس از غذا (postprandial high-resolution impedance monitoring) برای ارزیابی اختلال نشخوار (rumination) یا اختلال آروغ زدن استفاده کرد.

● IRP: integrated relaxation pressure; LES: lower esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; RDC: rapid drink challenge; MRS: multiple rapid swallow.

■ Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0 ©. Neurogastroenterol Motil 2021; 33(1):e14058.

Normal swallow physiology

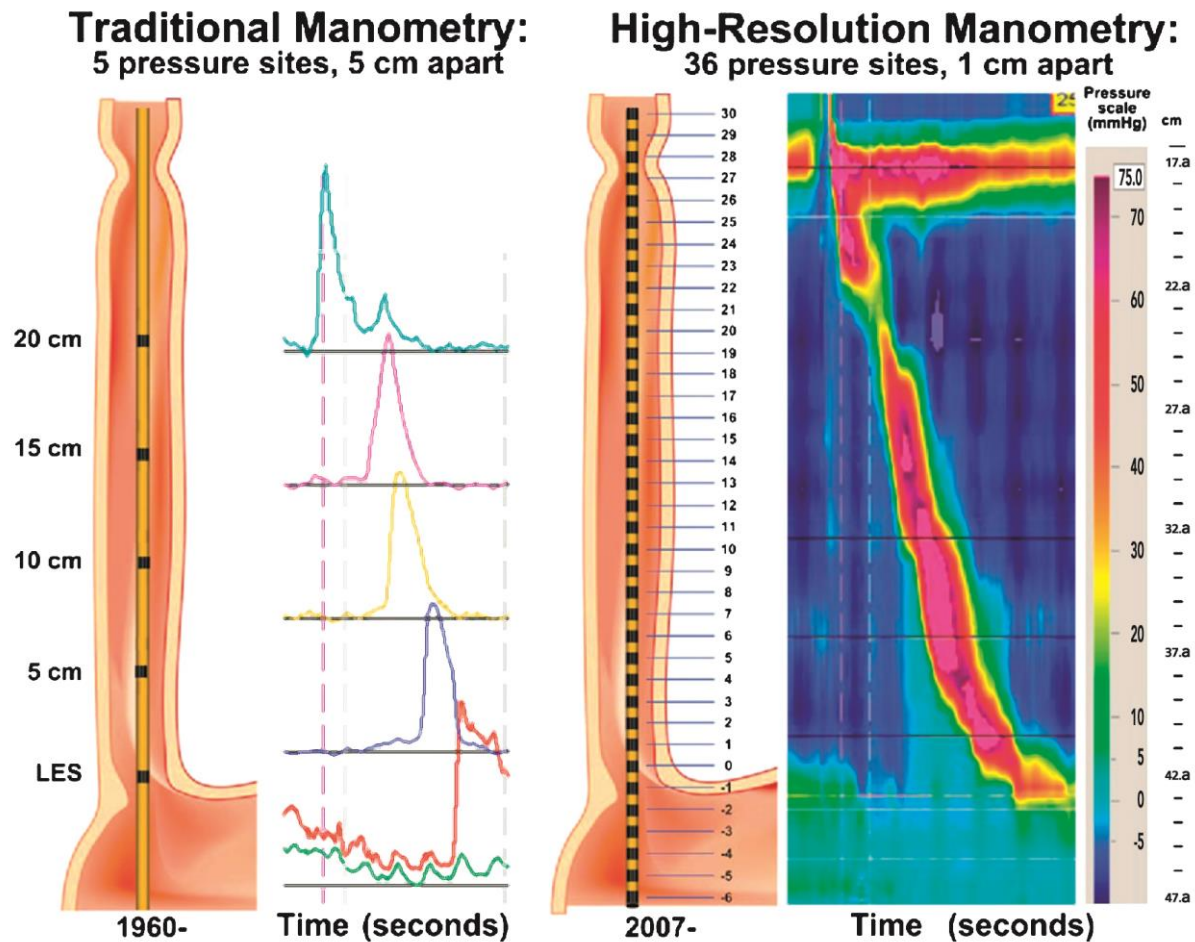


فیزیولوژی بلع طبیعی.

۱. اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی مری (LES) در حالت استراحت منقبض می‌مانند.
۲. بلع با شل شدن اسفنکتر فوقانی مری (UES) شروع می‌شود، تا لقمه غذا عبور کند.
۳. یک انقباض قوی در اسفنکتر فوقانی مری (UES)، محتوای آن را به سمت پایین مری حرکت می‌دهد. در همین حال، اسفنکتر تحتانی مری (LES) زود شل می‌شود تا اجازه عبور هوای گیر افتاده در مری را بدهد.
۴. لقمه‌ی غذا قبل از انقباض اسفنکتر تحتانی مری (LES) برای جلوگیری از بازگشت محتویات معده به مری، از اسفنکتر تحتانی مری (LES) شل شده عبور کرده، وارد معده می‌شود.

- UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.

- <https://www.westernsydney.edu.au>|2022

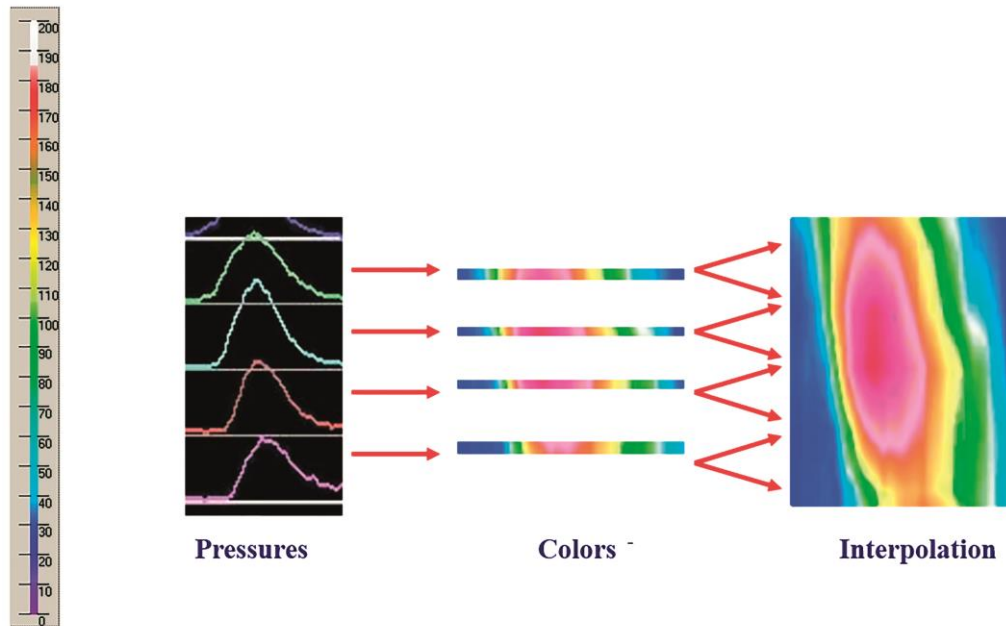


مقایسه‌ی مانومتری مری با وضوح بالا (HRM) با مانومتری معمولی (conventional).

برخلاف مانومتری معمولی (conventional) که در آن ۳ تا ۸ حس‌گر (sensor) در فواصل ۳ تا ۵ سانتی‌متری قرار می‌گیرند، HRM دارای ۳۶ حس‌گر (sensor) با فاصله ۱ سانتی‌متری از یکدیگر در طول مری است. EPT، اندازه فشار (pressure magnitude) گزارش شده توسط حس‌گرها (sensor) را با استفاده از رنگ‌های سرد برای نشان دادن فشار کم و رنگ‌های گرم برای نشان دادن فشارهای بالاتر، بر اساس زمان (محور X) و مکان (محور Y) نشان می‌دهد.

● HRM: high-resolution manometry; cm: centimeter; mmHg: millimeter of mercury.

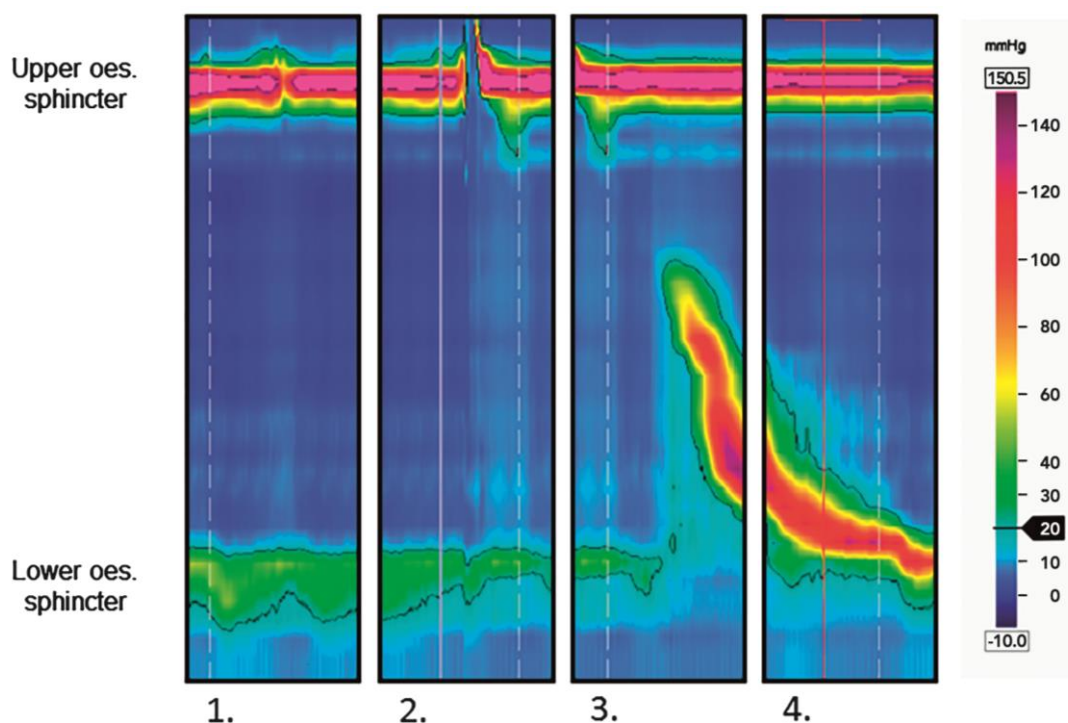
■ Rice TW, Shay SS. A primer of high-resolution esophageal manometry. Seminars in thoracic and cardiovascular surgery 2011; 23(3):181-190.



توپوگرافی فشار مری (EPT).

EPT اندازه فشار (pressure magnitude) گزارش شده توسط ۳۶ حس گر (sensor) را با استفاده از رنگ‌های سرد برای نشان دادن فشار کم و رنگ‌های گرم برای نشان دادن فشارهای بالاتر، بر اساس زمان (محور X) و مکان (محور Y) نشان می‌دهد.

- EPT: esophageal pressure topography.

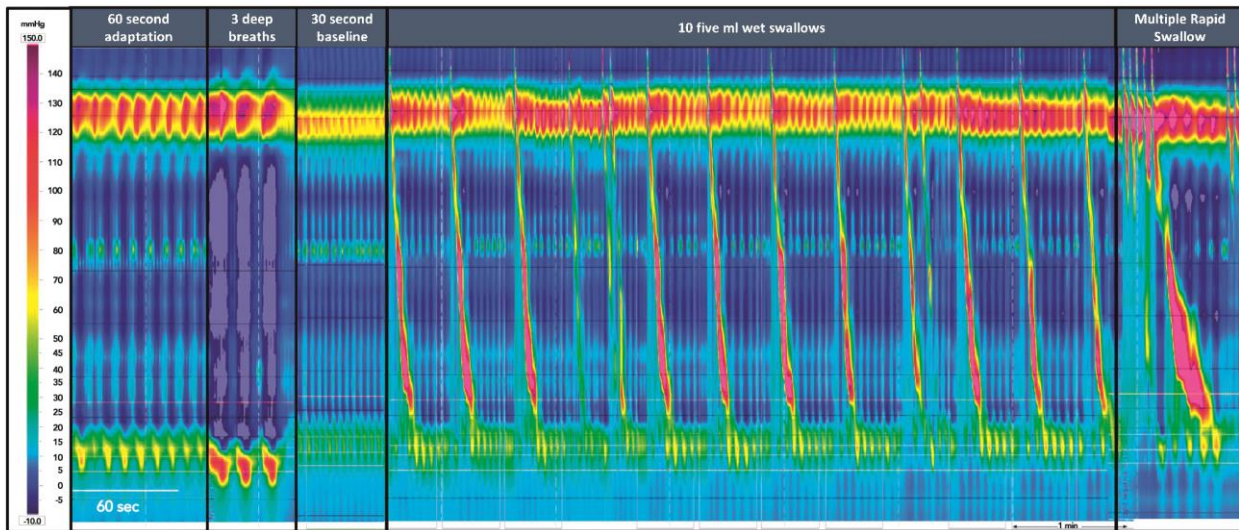


مانومتري مري با وضوح بالا (HRM) در بلع نرمال.

۱. اسفنکترهای فوقانی (UES) و تحتانی مری (LES) در حالت استراحت منقبض می‌مانند.
۲. بلع با شل شدن اسفنکتر فوقانی مری (UES) شروع می‌شود، تا لقمه غذا عبور کند.
۳. یک انقباض قوی در اسفنکتر فوقانی مری (UES)، محتوای آن را به سمت پایین مری حرکت می‌دهد. در همین حال، اسفنکتر تحتانی مری (LES) زود شل می‌شود تا اجازه عبور هوای گیر افتاده در مری را بدهد.
۴. لقمه‌ی غذا قبل از انقباض اسفنکتر تحتانی مری (LES) برای جلوگیری از بازگشت محتویات معده به مری، از اسفنکتر تحتانی مری (LES) شل شده عبور کرده، وارد معده می‌شود.

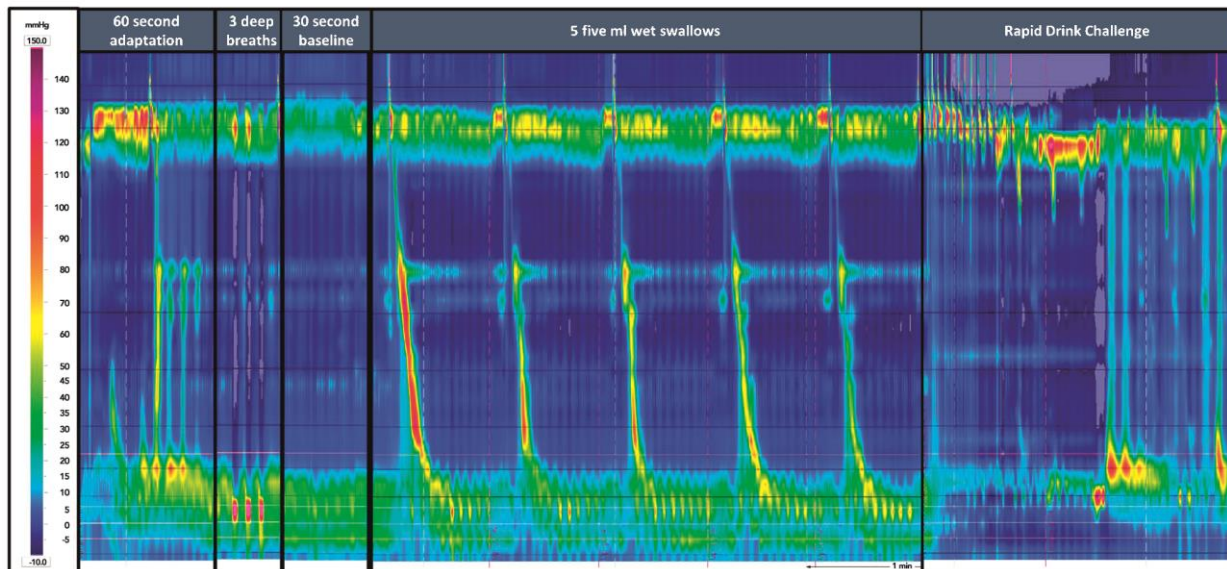
- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter.

- <https://www.westernsydney.edu.au/2022>.



Courtesy of University of California San Diego Center for Esophageal Diseases

(B) Protocol in Upright Position

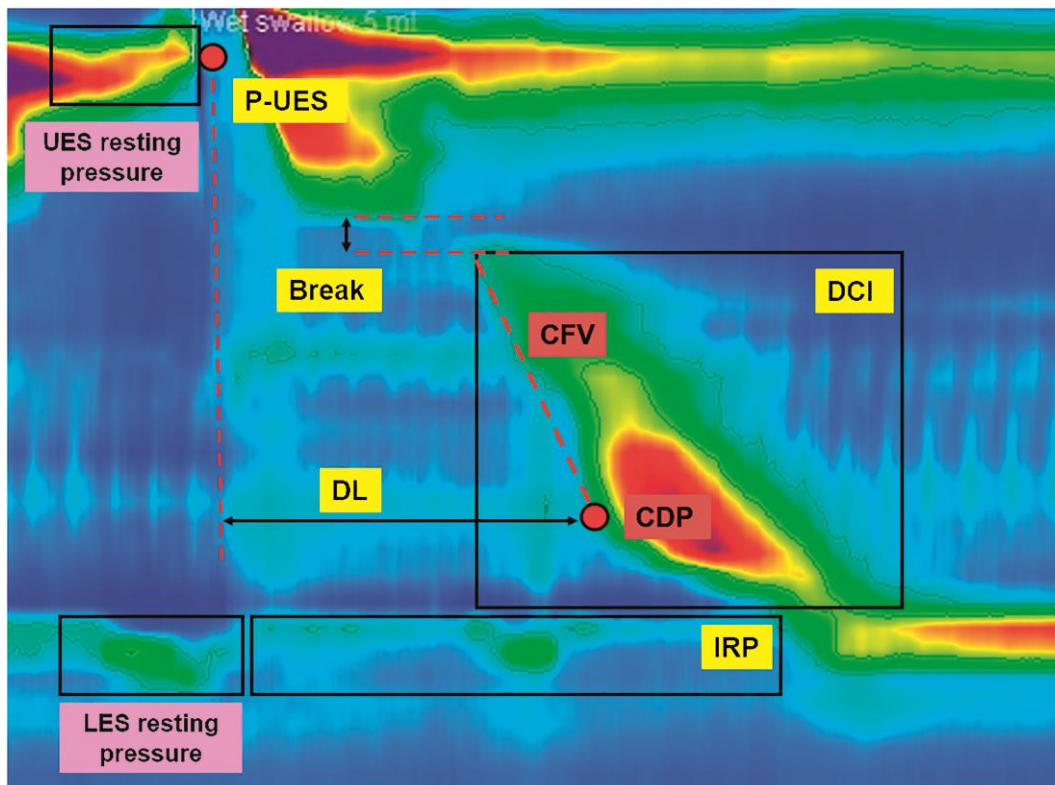


پروتکل استاندارد مانومتري با وضوح بالا (HRM).

تصاویر مانومتري با وضوح بالا (HRM)، پروتکل استاندارد را به تصویر می‌کشند. (A) وضعیت خوابیده (supine) شامل ۶۰ ثانیه انطباق (adaptation)، ۳ دم عمیق، ۳۰ ثانیه بررسی حالت پایه، ۱۰ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۵ میلی‌لیتر و حداقل یک MRS می‌باشد. (B) وضعیت نشسته (upright) شامل یک دوره ۶۰ ثانیه‌ای انطباق (adaptation)، ۳ دم عمیق، ۳۰ ثانیه بررسی حالت پایه، ۵ بلع مایع (wet swallow) به میزان ۵ میلی‌لیتر و یک چالش نوشیدن سریع (RDC).

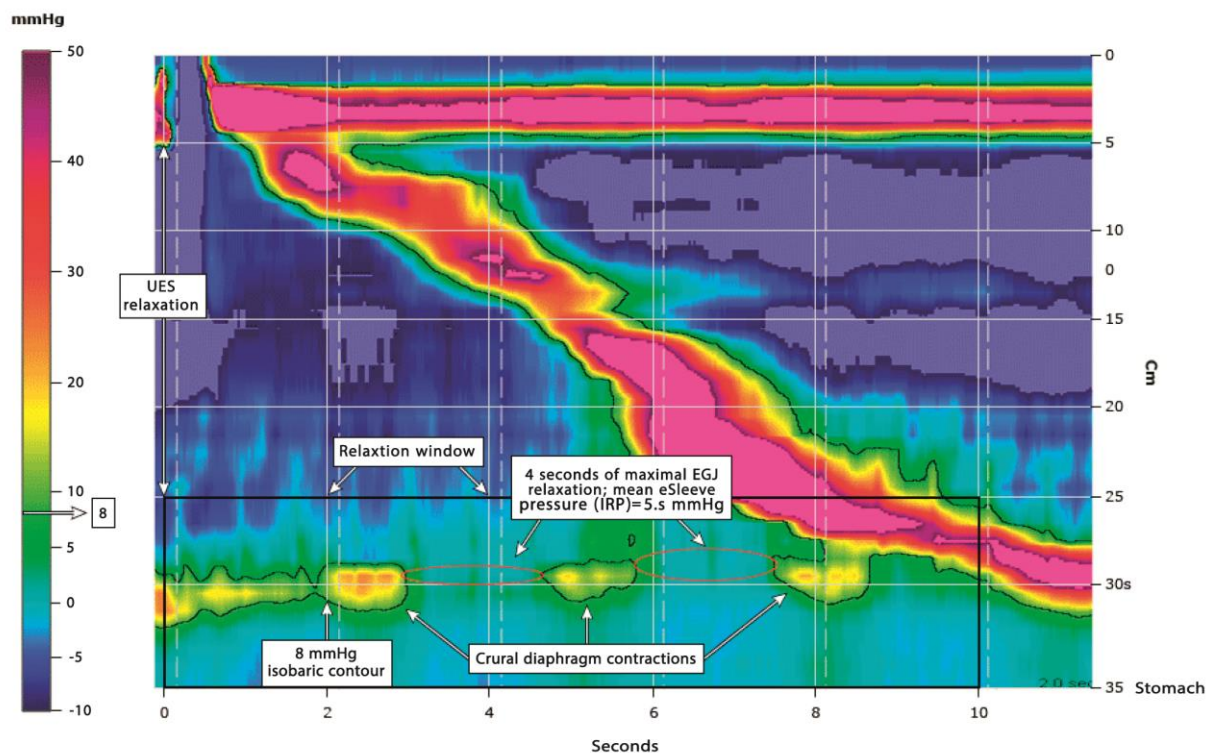
- HRM: high-resolution manometry; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; MRS: multiple rapid swallow; RDC: rapid drink challenge.

- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.



مانومتري مري با وضوح بالا (HRM).

- HRM: high-resolution manometry; UES: upper esophageal sphincter; DL: distal latency; CFV: contractile front velocity; CDP: contractile deceleration point; DCI: distal contractile integral; IRP: integrated relaxation pressure; LES: lower esophageal sphincter.

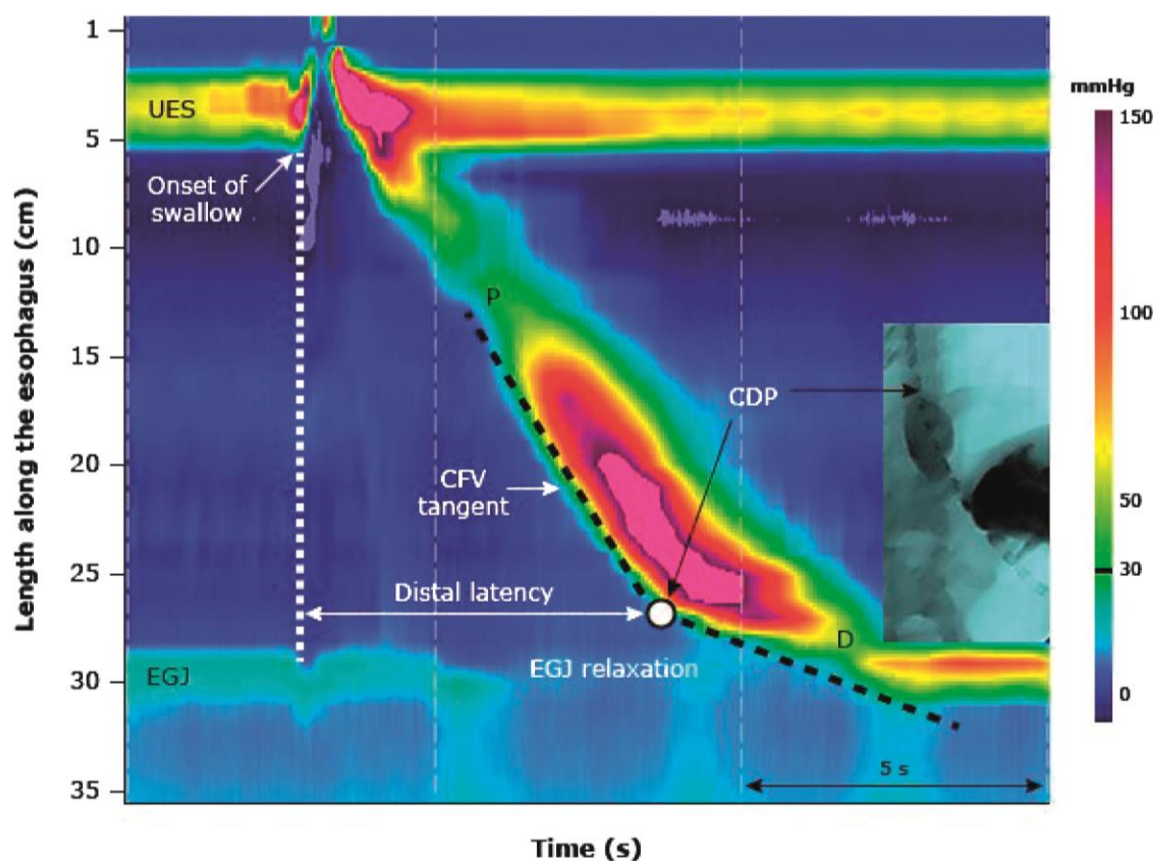


اندازه‌گیری IRP

IRP یک اندازه‌گیری پیچیده است، زیرا شامل این موارد می‌شود: localization حاشیه‌های EGJ، مشخص کردن پنجره‌ی زمانی پس از UES relaxation که در آن EGJ relaxation رخ می‌دهد، اندازه‌گیری e-sleeve در جعبه‌ی زمانی ۱۰ ثانیه‌ای و سپس تعیین چهار ثانیه‌ای که در طی آن مقدار e-sleeve کمترین بوده است. IRP میانگین فشار در طول این چهار ثانیه است. در این مثال، خط سیاه ضخیم، contour ایزوباریک ۸ میلی‌متر جیوه است که ۴ ثانیه حداکثر EGJ relaxation را جدا می‌کند، که توسط یک انقباض crural قطع می‌شود. مقدار IRP (۵/۳ میلی‌متر جیوه) میانگین فشار e-sleeve در طول دو بازه زمانی محدود شده با بیضی‌ها است.

- HRM: high-resolution manometry; IRP: integrated relaxation pressure; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; sec: second.

- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).

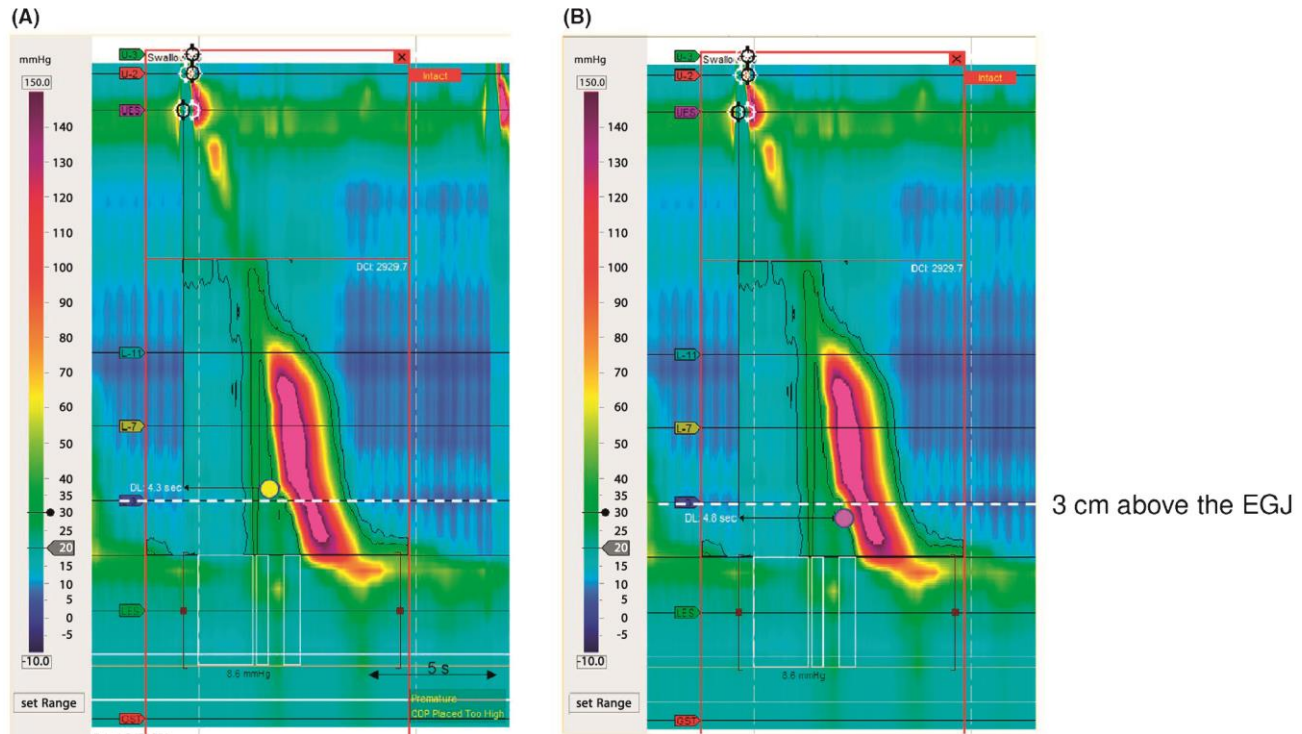


لوکالیزاسیون CDP و اندازه‌گیری DL

از نظر فیزیولوژیکی، CDP نقطه عطفی در دیستال مری است که در آن انتقال بولوس از پریستالسیس به آمپول فرنیک globular منتقل می‌شود. در نمودار توپوگرافی فشار، CDP با نقطه تقاطع بین دو خط مماس از contour ایزوباریک ۳۰ میلی‌متر جیوه (خط سیاه) تعیین می‌شود: یکی از transition zone به سمت دیستال امتداد می‌یابد و دیگری از EGJ به سمت پروگزیمال گسترش می‌یابد. توجه داشته باشید که برای مرحله اولیه انقباض (پریستالسیس)، شیب مماس CFV است، که نشان دهنده سرعت انتشار (propagation velocity) پریستالسیس است. DL، معیاری برای اینکه آیا انقباض دیستال مری به موقع یا زودرس (premature) است یا نه، به عنوان فاصله بین UES relaxation و CDP اندازه‌گیری می‌شود (حداقل میزان طبیعی ۴/۵ ثانیه است).

- HRM: high-resolution manometry; CDP: contractile deceleration point; DL: distal latency; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; CFV: contractile front velocity; EGJ: esophagogastric junction; s: second.

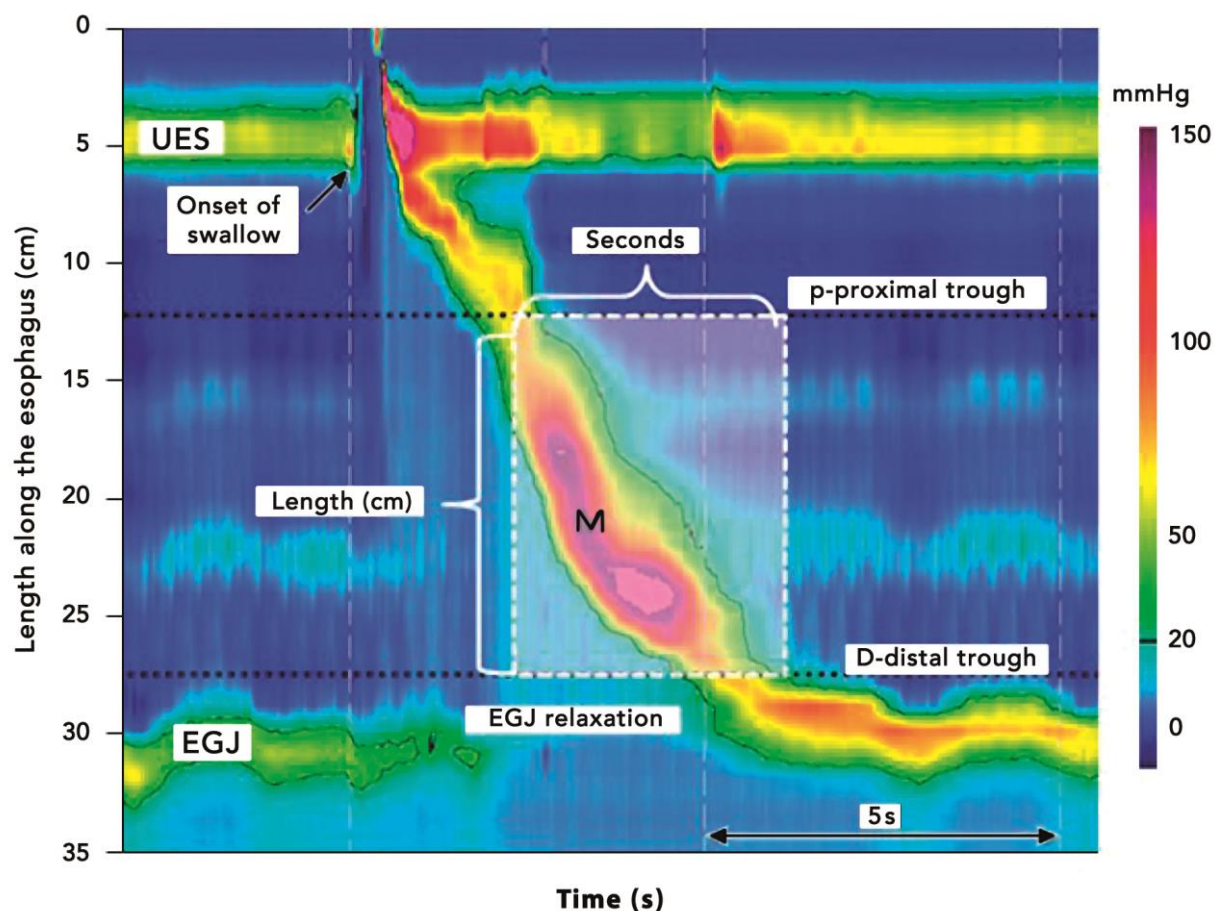
- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).



نقطه کاهش سرعت انقباض (CDP) و تأخیر دیستال (DL).

نقطه کاهش سرعت انقباض (CDP) در ۲ تا ۳ سانتی متری بالای EGJ قرار دارد. CDP (نقطه زرد، پانل A) خیلی بالا قرار دارد (بالتر از خط سفید نقطه چین که نشان دهنده خط ۳ سانتی متر بالای EGJ است) که منجر به تأخیر دیستال (DL) ۴/۳ ثانیه ای می شود. قرار دادن صحیح CDP (نقطه صورتی در پانل B) منجر به تأخیر نرمال دیستال ۴/۸ ثانیه می شود.

- HRM: high-resolution manometry; CDP: contractile deceleration point; DL: distal latency; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; EGJ: esophagogastric junction; s: second.
- Roman S, Hebbard G, Jung KW, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for distal esophageal spasm. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14119.

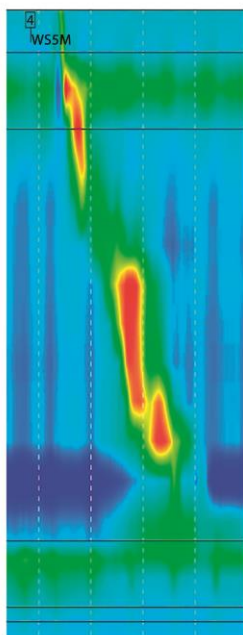


محاسبه DCI

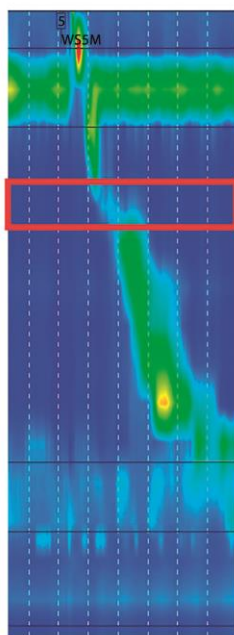
DCI، اندازه‌گیری قدرت انقباض دیستال مری است که در طبقه‌بندی شیکاگو استفاده می‌شود. DCI برای قطعه‌ای که از ناحیه‌ی فشار پروگزیمال تا دیستال را در بر می‌گیرد اندازه‌گیری می‌شود. یک جعبه برای ترسیم فعالیت انقباضی متناسب به بخش‌های انقباضی دوم و سوم ساخته شده است. سپس DCI با جمع کردن فشارهای اندازه‌گیری شده در هر محفظه محاسبه می‌شود. برای حذف اثر آرتیفکت‌های عروقی و/یا فشار intrabolus در محاسبه DCI، ۲۰ میلی‌متر جیوه اول در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین، مقدار DCI تنها زمانی بزرگتر از صفر است که کانون‌های فشار داخل مری بیش از ۲۰ میلی‌متر جیوه باشد.

- DCI: distal contractile integral; EPT: esophageal pressure topography; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; s: second.

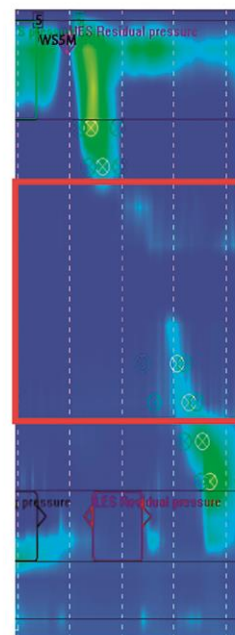
■ Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).



No break (<2cm)



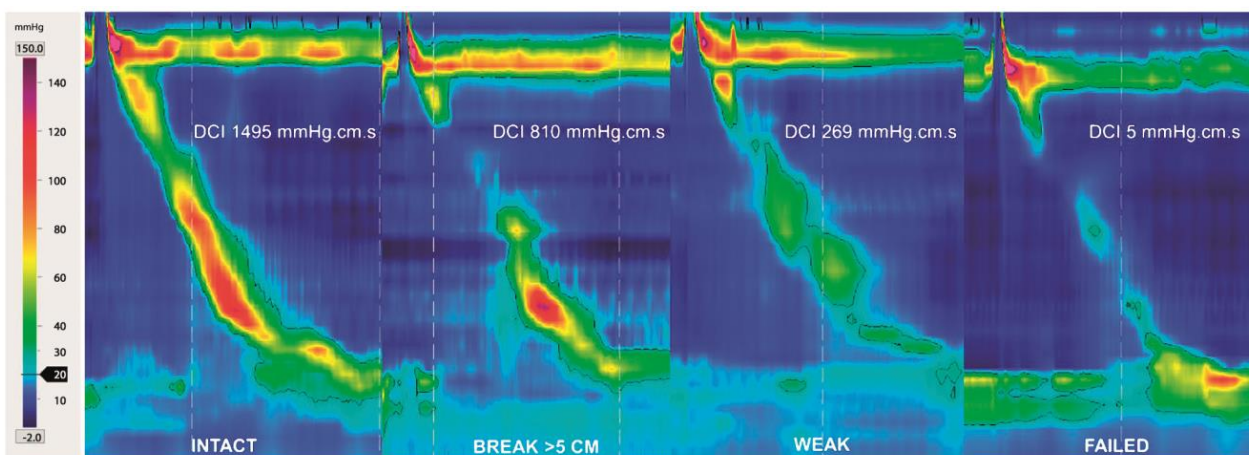
Small break (2-5cm)



Large break (>5cm)

انواع break.

انقباض مری بدون break (تصویر سمت چپ)، انقباض مری با small break (تصویر وسط)، انقباض مری با large break (تصویر سمت راست).



الگوهای پرستالتیک hypomotility.

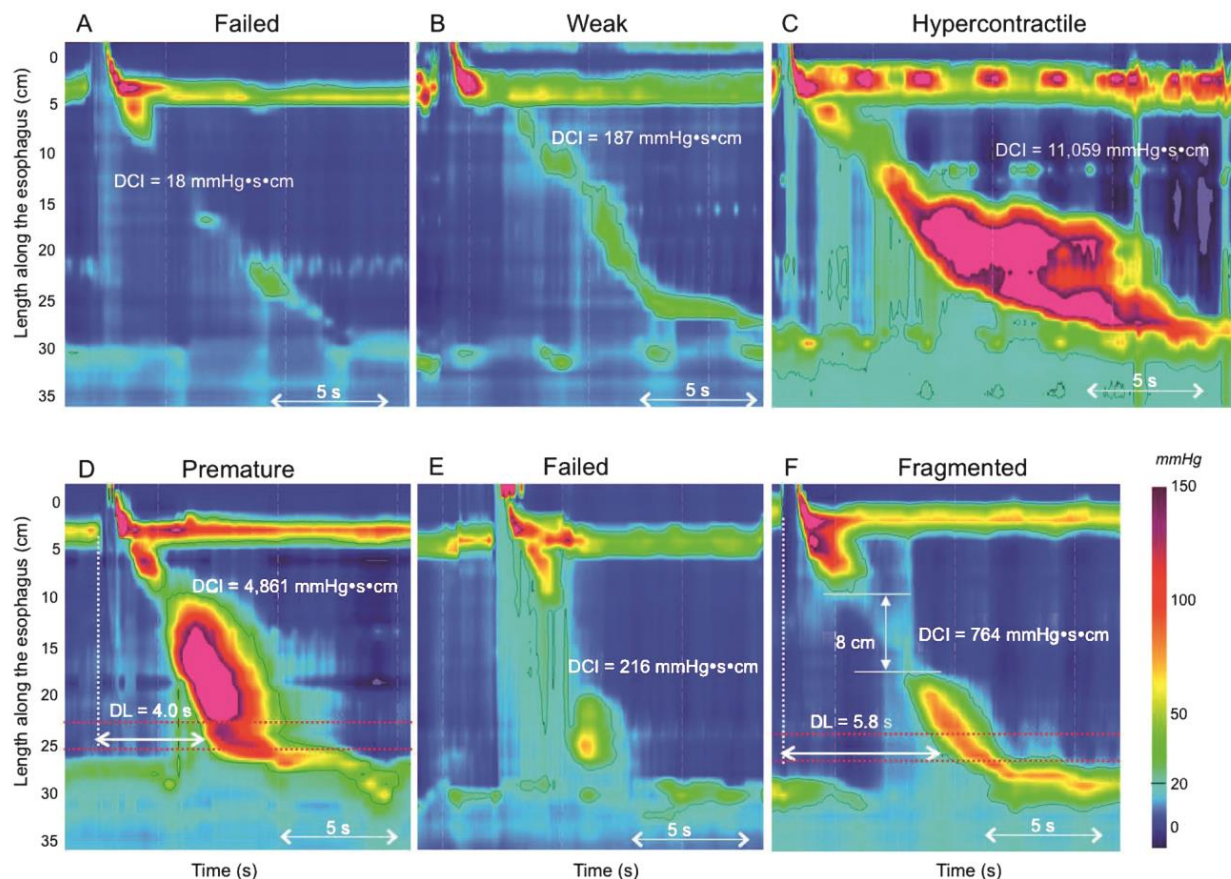
الگوهای پرستالتیک در مانومتری با وضوح بالا (HRM) مری که در اختلالات hypomotility قابل مشاهده است. قدرت انقباض بدنه‌ی مری با استفاده از DCI ارزیابی می‌شود.

بلع intact: DCI بیشتر از $450 \text{ mmHg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}$ breakهای بزرگ: با استفاده از یک کانتور ایزوباریک 20 میلی‌متر جیوه، فاصله بین سگمان‌های انقباض اسکلتی و عضلات صاف بیش از 5 سانتی‌متر است. بلع ضعیف (weak): DCI 100 تا $450 \text{ mmHg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}$. بلع ناموفق (failed): DCI کمتر از $100 \text{ mmHg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}$.

بلع‌های با breakهای بزرگ، بلع‌های ضعیف (weak) و بلع‌های ناموفق (failed)، بلع‌های غیرموثر (ineffective) محسوب می‌شوند. IRP و DL در بلع غیرموثر (failed) طبیعی است. حرکت غیرموثر مری (IEM) برای تشخیص قطعی نیازمند بیش از 70% بلع غیرموثر و/یا 50% بلع ناموفق (failed) است. عدم وجود انقباض (aperistalsis) زمانی تشخیص داده می‌شود که 100% بلع‌ها از ناموفق (failed) باشند.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; s: second; DCI: distal contractile; IRP: integrated relaxation pressure.

- Gyawali CP, Zerbib F, Bhatia Sh, et al. Chicago Classification update (V4.0): Technical review on diagnostic criteria for ineffective esophageal motility and absent contractility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14134.

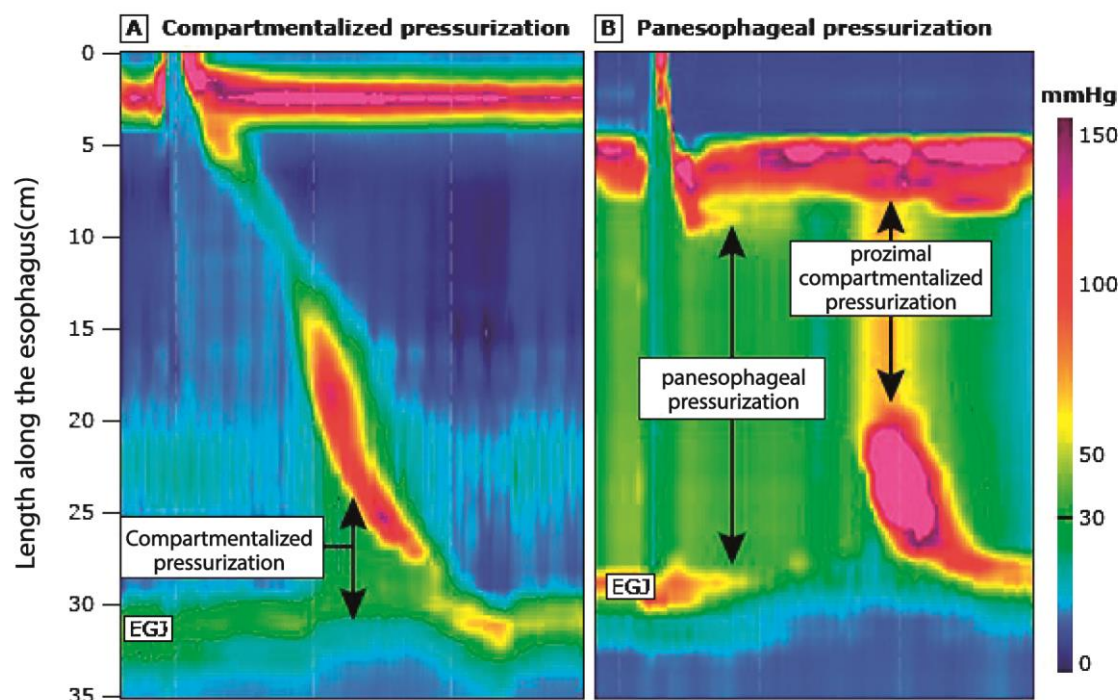


قدرت انقباض و الگوی انقباض.

قدرت انقباض با DCI ارزیابی می‌شود: (پانل A) انقباض ناموفق (failed)، (پانل B) انقباض ضعیف (weak)، (پانل C) انقباض hypercontractile، (پانل D) انقباض زودرس (premature)، (پانل E) انقباض ناموفق (failed)، انقباض ضعیف (weak) با DL کاهش یافته که انقباض ناموفق (failed) در نظر گرفته می‌شود. (پانل F) انقباض fragmented: انقباض با DCI نرمال با break بزرگ [بیشتر از ۵ سانتی‌متر] در contour ایزوباریک ۲۰ میلی‌متر جیوه.

- HRM: high-resolution manometry; cm: centimeter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; DL: distal latency.

- Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al, and The International High Resolution Manometry Working Group. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. Neurogastroenterol Motil 2015; 27:160.

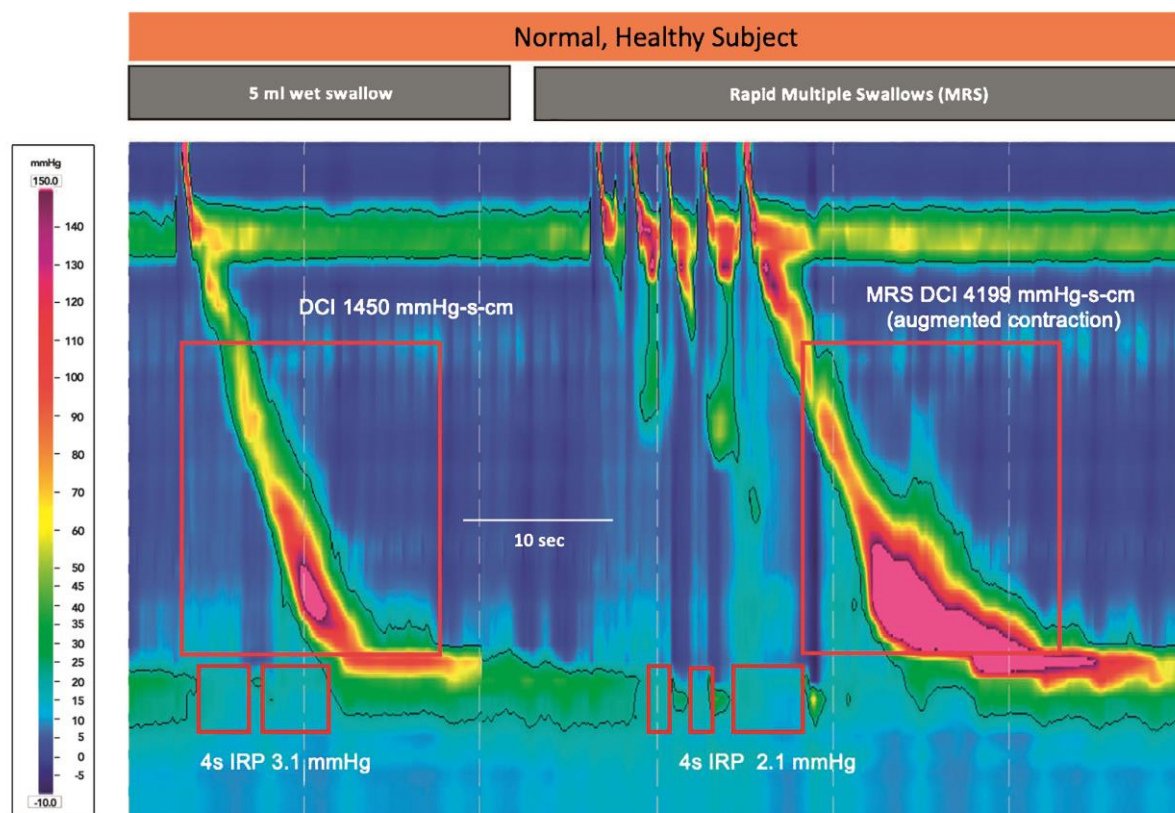


الگوهای pressurization مری.

در compartmentalized pressurization (پانل A)، بولوس بلعیده شده بین انقباض پریستالتیک پیشرونده و انسداد خروجی ناشی از relaxation ضعیف EGJ در یک بیمار مبتلا به EGJOO به دام می‌افتد. خط سیاه، contour ایزوباریک ۳۰ میلی‌متر جیوه را نشان می‌دهد که نشان می‌دهد compartmentalized pressurization بیش از ۳۰ میلی‌متر جیوه است. پانل B، panesophageal pressurization را نشان می‌دهد که در یک بیمار مبتلا به آسالاژی نوع II از UES تا EGJ گسترش می‌یابد. این بیمار همچنین proximal esophageal pressurization همراه با انقباض دیستال ایزوله را در مراحل بعدی نشان می‌دهد. مناطق bolus pressurization با مناطقی از خطوط عمودی در contour ایزوباریک ۳۰ mmHg مشخص می‌شوند. آنها را می‌توان به عنوان نتیجه‌ی حس‌گرهای (sensor) فشار متعددی که در یک فضای بسته ایزوباریک قرار دارند تصور کرد.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: millimeter of mercury; cm: centimeter; EGJ: esophagogastric junction; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; UES: upper esophageal sphincter.

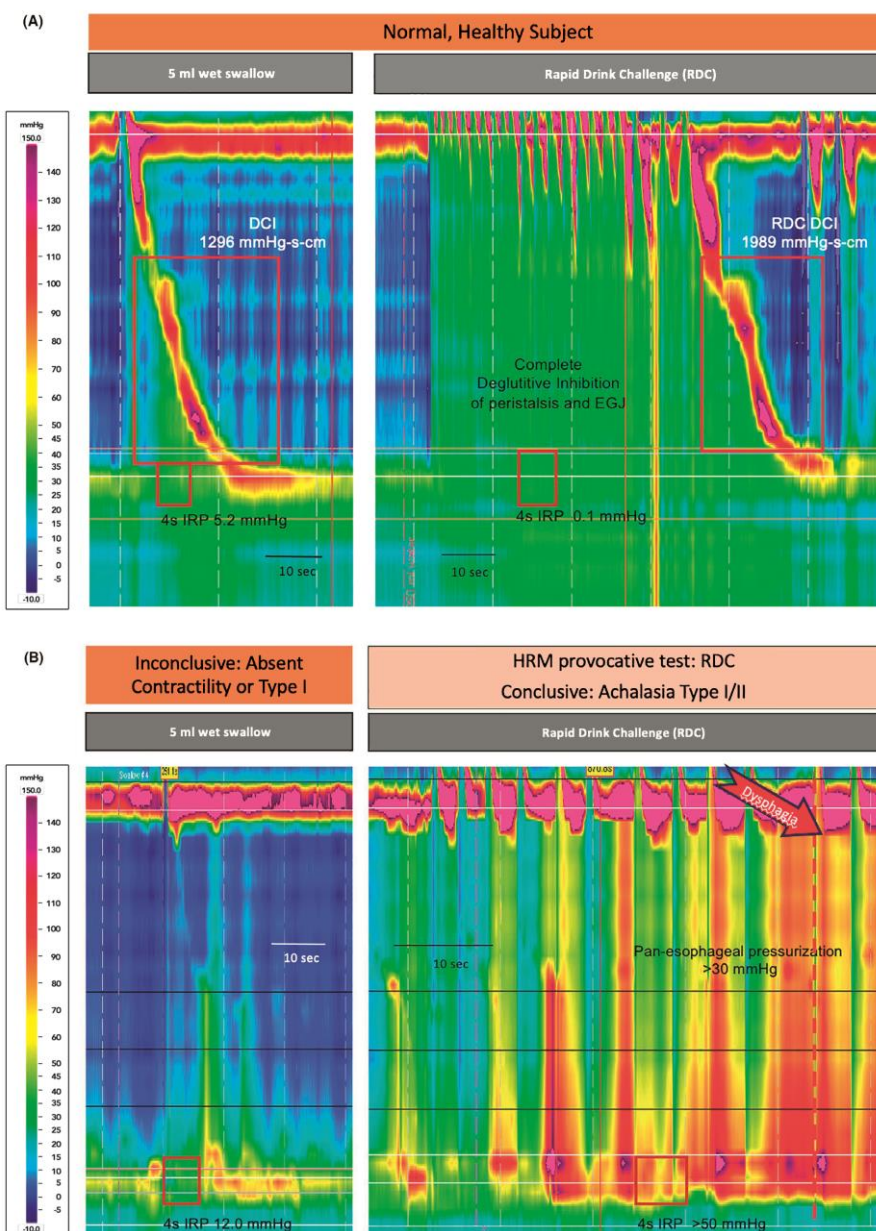
- Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).



مانومتري با وضوح بالا (HRM): بلع‌های سريع متوالي (MRS).

بلع‌های سريع متوالي (MRS) یک تست فیزیولوژیکی است که با درخواست از بیمار که پنج بلع متوالي سريع (۵ بلع مایع [wet swallow] به میزان ۲ سی سی با فواصل ۲-۳ ثانیه) داشته باشد، مهار انقباض مری و EGJ را افزایش می‌دهد. متعاقباً، در افراد سالم، MRS پس از انقباض مری اغلب تقویت می‌شود (شدیدتر از حالت عادی). MRS، ناتوانی و شکست در مهار انقباض در بیماران مبتلا به آسالاژی، DES و مری hypercontractile را برجسته می‌کند. علاوه بر این، عدم تقویت در انقباض پس از MRS، می‌تواند نشان دهنده‌ی کمبود ذخیره انقباضی باشد (یعنی توانایی پاسخ به چالش فیزیولوژیکی یا Iatrogenic).

- HRM: high-resolution manometry; MRS: multiple rapid swallow; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; sec: second; EGJ: esophagogastric junction; DES: distal esophageal spasm.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.

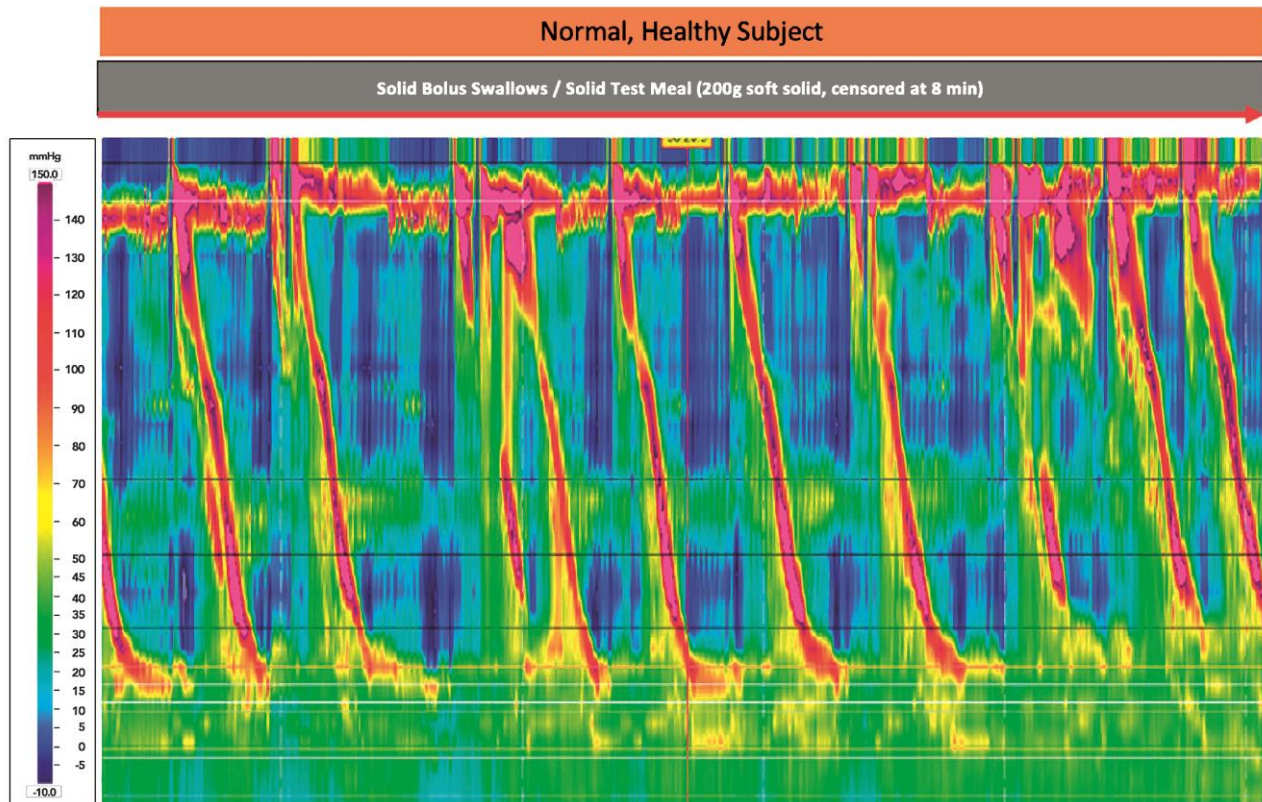


مانومتري با وضوح بالا (HRM): چالش نوشيدن سريع (RDC).

چالش نوشيدن سريع (RDC) با درخواست از بیمار برای نوشيدن حجم زيادی از آب (۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی لیتر) انجام می شود. اين ميزان را می توان با نوشيدن از طريق نی کنترل کرد. در افراد سالم، مشابه MRS، RDC مهار انقباض مری و EGJ را در طی بلع های مکرر (پانل بالایی) برجسته می کند. علاوه بر این، وجود یک توالی انقباض طبیعی به دنبال RDC، یک نشانگر مخصوص از انقباض طبیعی است. با این حال، این حالت در همهی کنترل های سالم مشاهده نمی شود. چالش نوشيدن سريع (RDC)، ناتوانی و شکست مهار انقباض در بیماران مبتلا به آشالازی (پانل پایینی) را برجسته می کند. در این مورد، بیمار در حین بلع مایع (wet swallow) یافته های غیرقطعی با IRP طبیعی دارد (پانل سمت چپ). RDC شواهد قطعی از آشالازی با panesophageal pressurization و IRP بیشتر از ۵۰ میلی متر جیوه را نشان داد.

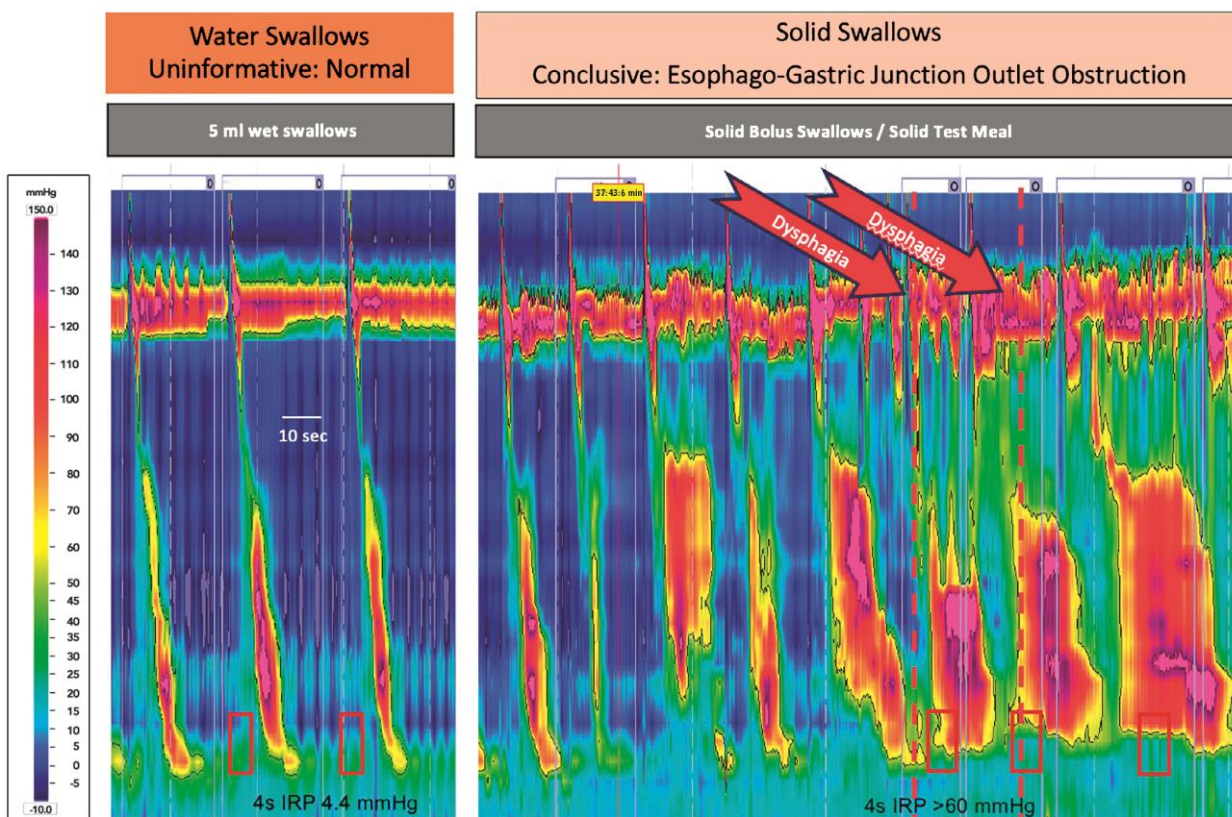
- HRM: high-resolution manometry; RDC: rapid drink challenge; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure; sec: second; MRS: multiple rapid swallow.

- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14120.



مانومتري با وضوح بالا (HRM): تست (بلع) غذای جامد (STM) در فرد سالم.

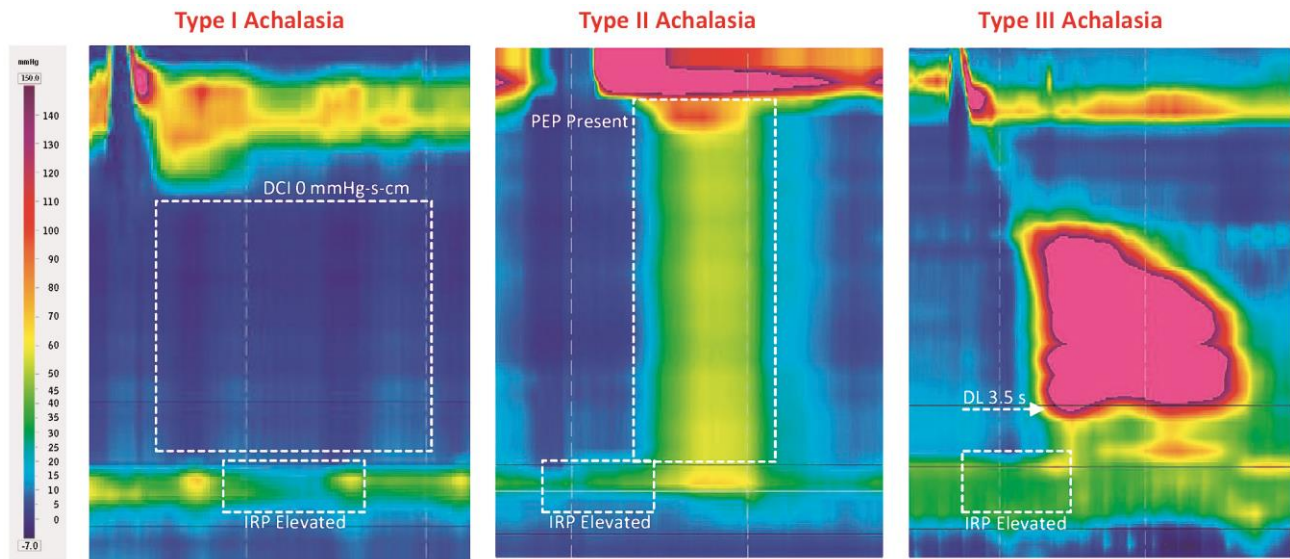
- HRM: high-resolution manometry; STM: solid test meal; g: gram; min: minute; mmHg: millimeter of mercury.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high- resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14120.



مانومتري با وضوح بالا (HRM): بلع آب و تست (بلع) غذای جامد (STM).

بلع آب (پانل سمت چپ) و شروع تست (بلع) غذای جامد (STM) (پانل سمت راست) در بیمار مبتلا به دیسفاژی نسبت به غذای جامد و آندوسکوپی نرمال. گنجاندن تست (بلع) غذای جامد (STM)، حساسیت تشخیصی برای اختلالات حرکتی را افزایش می‌دهد، مانند این بیمار با تشخیص EGJOO. علاوه بر این، ارتباط زمانی نزدیک حرکات غیرطبیعی با علائم از ارتباط بالینی یافته‌ها حمایت می‌کند.

- HRM: high-resolution manometry; STM: solid test meal; ml: milliliter; mmHg: millimeter of mercury; sec: second; s: second; IRP: integrated relaxation pressure. EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction.
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high-resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.

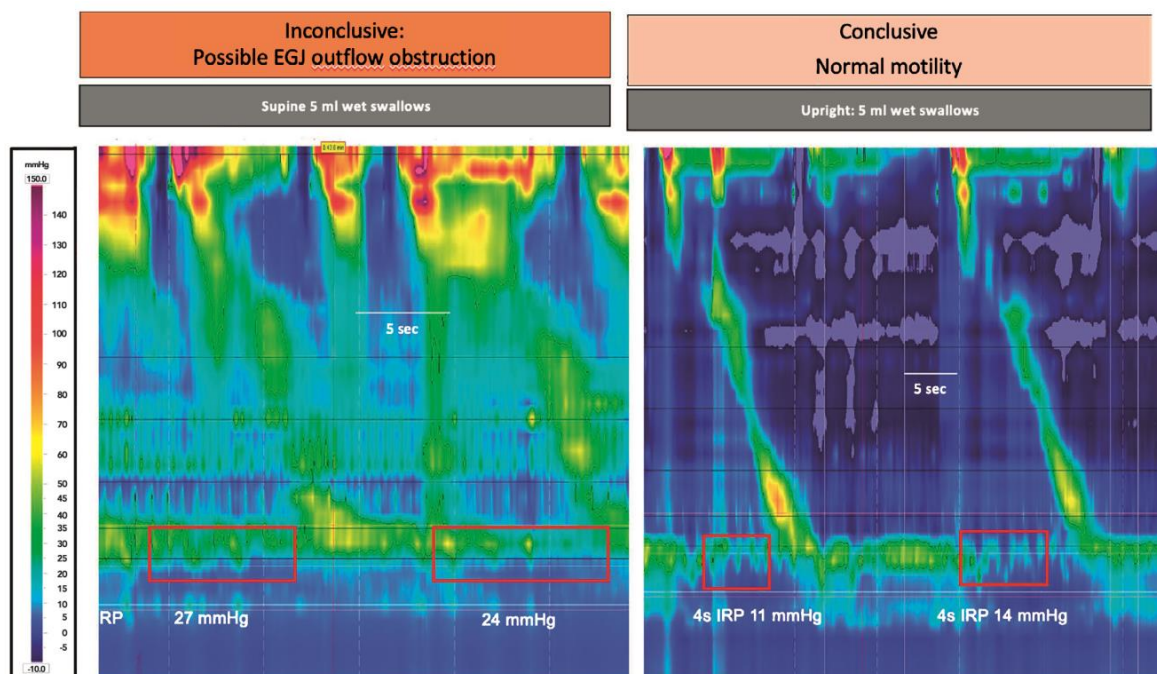


Courtesy of Center for Esophageal Health at New York University Langone Health

انواع آسالاژی.

آسالاژی نوع I: IRP افزایش یافته (≤ 15 میلی متر جیوه)، پرستالسیس ناموفق (failed)، بدون panesophageal pressurization.
 آسالاژی نوع II: IRP افزایش یافته (≤ 15 میلی متر جیوه)، پرستالسیس ناموفق (failed)، همراه با panesophageal pressurization.
 آسالاژی نوع III: IRP افزایش یافته (≤ 15 میلی متر جیوه)، انقباض زودرس (premature) با DCI نرمال.

- HRM: high-resolution manometry; mmHg: mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; IRP: integrated relaxation pressure; PEP: panesophageal pressurization; DL: distal latency.
- Khan A, Yadlapati R, Gonlachanvit S, et al. Chicago Classification update (version 4.0): Technical review on diagnostic criteria for achalasia. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14182.

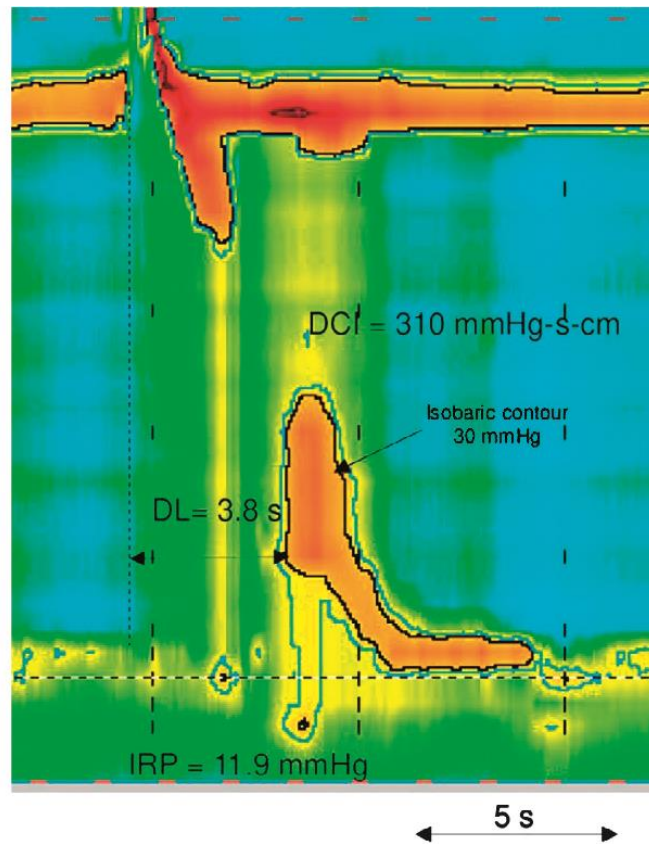


انسداد خروجی EGJ (EGJOO)

انسداد خروجی EGJ با IRP بیشتر از ۱۵ میلی‌متر جیوه با بلع مایع (wet swallow) در حالت supine (بیشتر از حالت upright) دیده می‌شود. بسیاری از این موارد artifact هستند و با افزایش فشار داخل بولوس مرتبط نیستند و به فشار روی حس‌گرها (sensor) در هنگام عبور کاتتر از EGJ مربوط می‌شوند. اگر یافته‌های ناسازگاری وجود داشته باشد، تست‌های تحریکی برای شناسایی افراد مبتلا به بیماری مرتبط بالینی مفید هستند.

- HRM: high-resolution manometry; EGJ: esophagogastric junction; mmHg: millimeter of mercury; ml: milliliter; sec: second; IRP: integrated relaxation pressure.

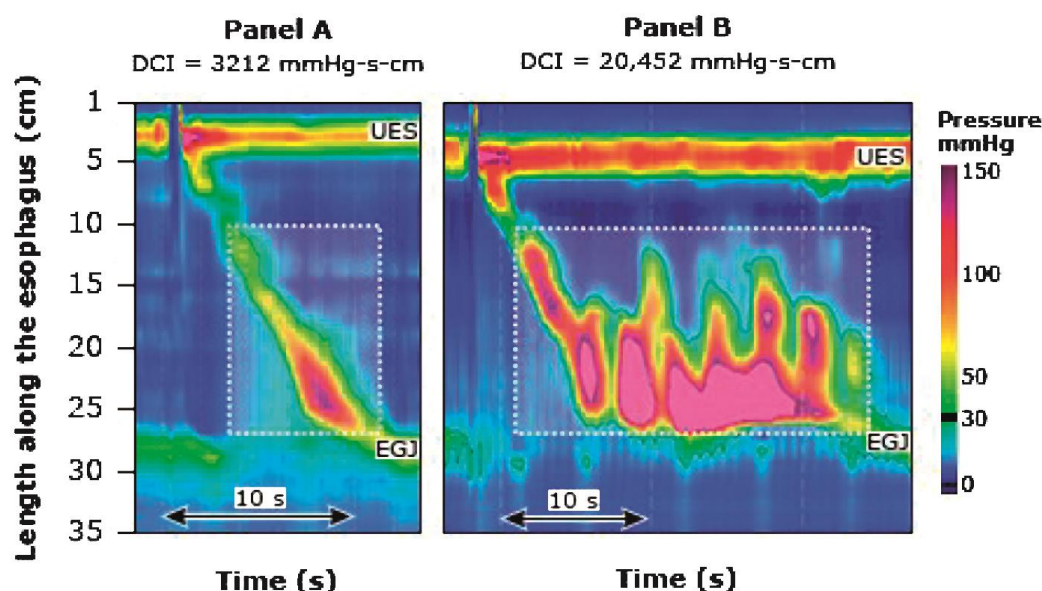
- Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high-resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14120.



اسپاسم دیستال مری (DES).

انقباض با کاهش زمان تأخیر دیستال (DL کمتر از ۴/۵ ثانیه) اما با DCI کمتر از ۴۵۰ mmHg×s×cm.

- HRM: high-resolution manometry; DES: distal esophageal spasm; DCI: distal contractile integral; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; DL: distal latency; IRP: integrated relaxation pressure.
- Roman S, Hebbard G, Jung KW, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for distal esophageal spasm. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14119.

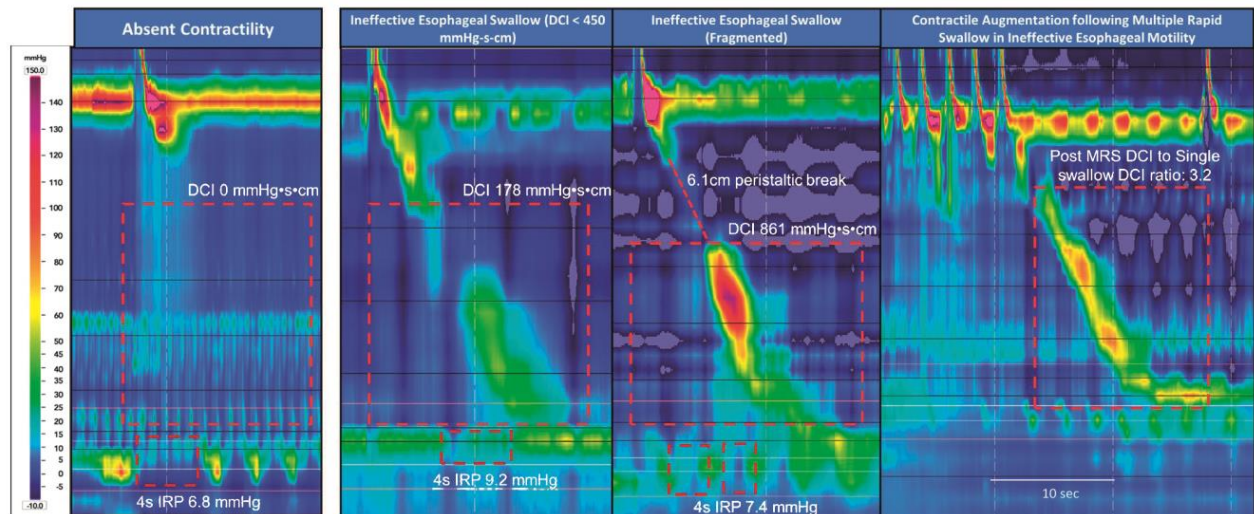


آستانه DCI در EPT برای پریستالسیس طبیعی و مری Hypercontractile.

پانل A: DCI نرمال.

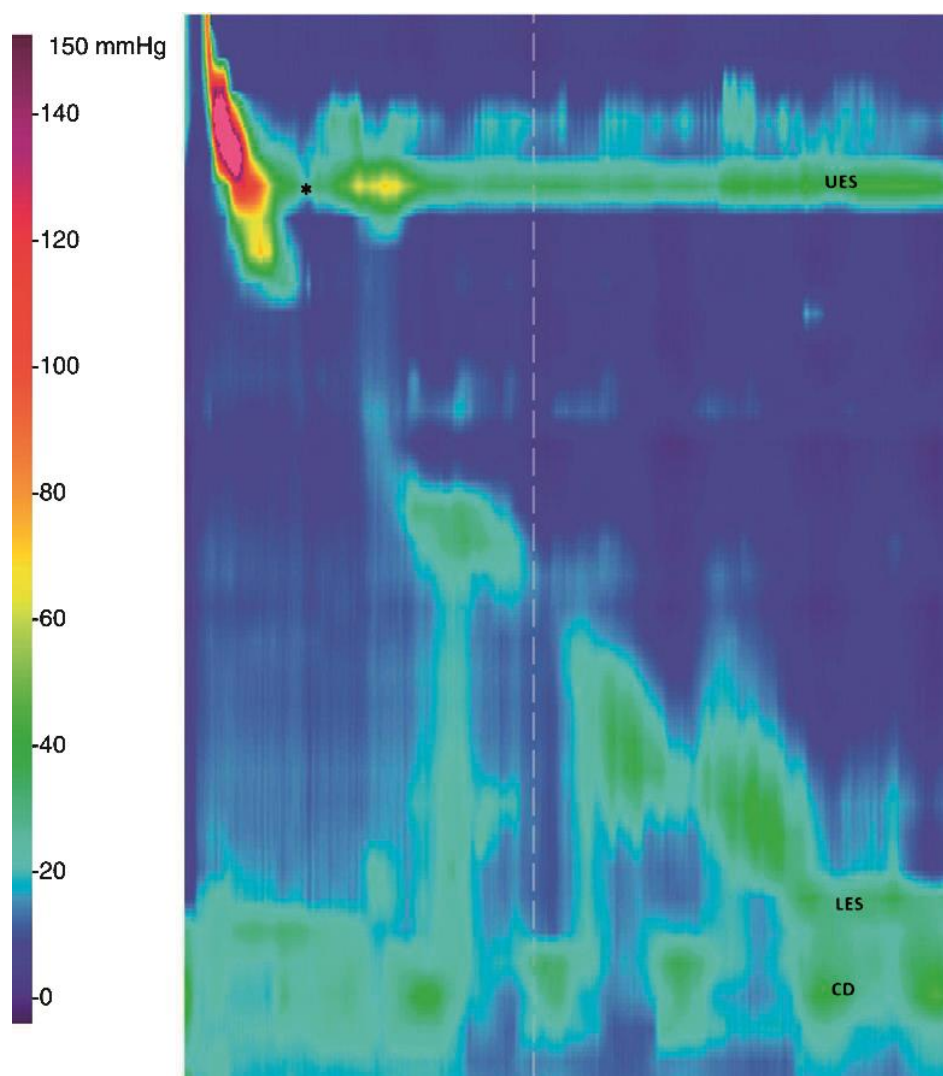
پانل B: DCI افزایش یافته. آستانه تعریف DCI برای انقباض hypercontractileT DCI بیشتر از ۸۰۰۰ mmHg.s.cm است. توجه نمایید که IRP و DL نرمال است. معیار تشخیصی مری hypercontractile (jackhammer) وجود حداقل ۲ بلع مایع (wet swallow) با DCI بیشتر از ۸۰۰۰ mmHg.s.cm در انقباضات منفرد یا multi-peaked با IRP نرمال است.

- DCI: distal contractile integral; EPT: esophageal pressure topography; mmHg: millimeter of mercury; s: second; cm: centimeter; UES: upper esophageal sphincter; EGJ: esophagogastric junction; IRP: integrated relaxation pressure.
- Pandolfino JE, Ghosh SK, Rice J, et al. Classifying esophageal motility by pressure topography characteristics: a study of 400 patients and 75 controls. Am J Gastroenterol 2008; 103:27.



فقدان انقباض (absent contractility) و IEM.

- HRM: high-resolution manometry; IEM: ineffective esophageal motility; mmHg: millimeter of mercury; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; IRP: integrated relaxation pressure; MRS: multiple rapid swallow; sec: second.
- Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0©. Neurogastroenterology & Motility. 2020;33:e14058.

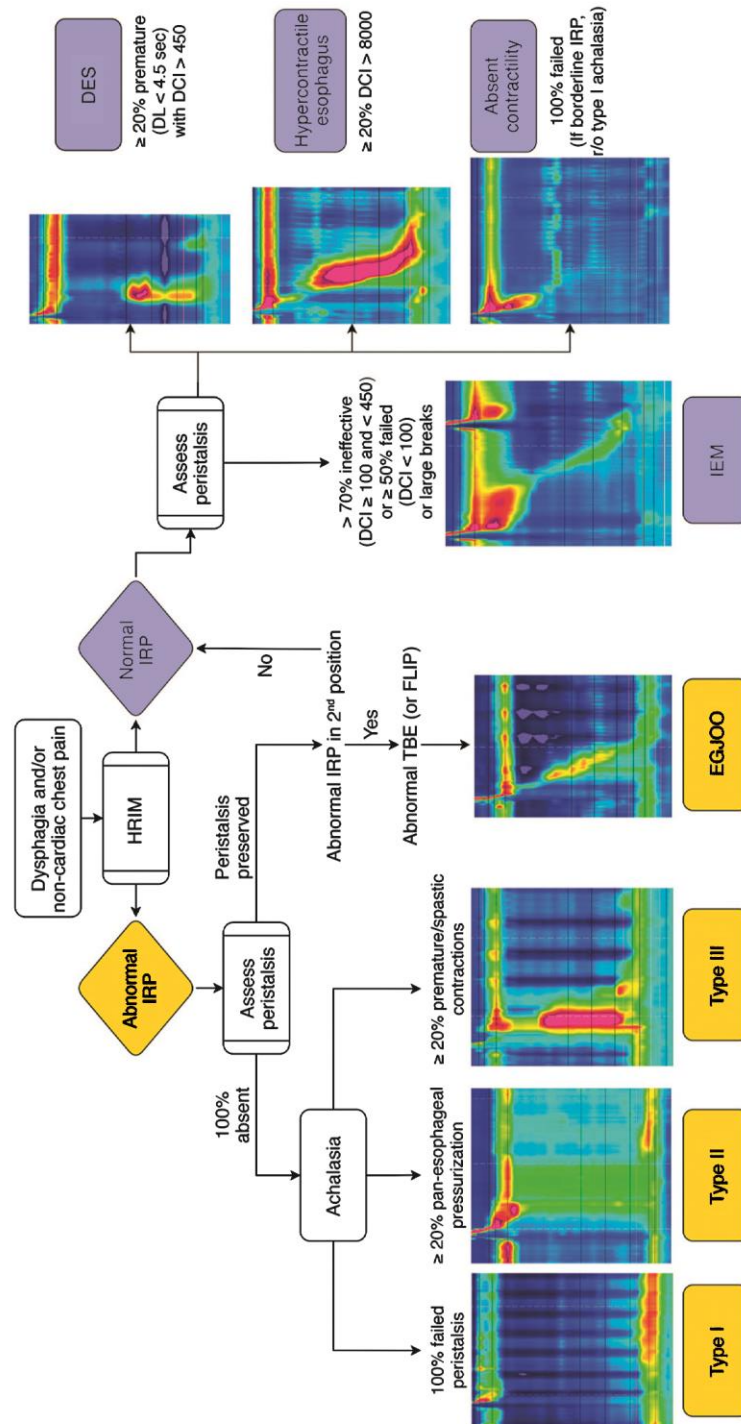


حرکت غیر مؤثر مری (IEM).

اسفنکتر فوقانی مری (UES) در پاسخ به بلع مایع (wet swallow)، relax می‌شود. انقباض مری با موج پریستالتیک همراه می‌شود، اما قدرت انقباضات (DCI) در حد $125 \text{ mmHg} \times \text{sec} \times \text{cm}$ است. این بیانگر یک انقباض ضعیف (weak) می‌باشد. IEM زمانی تشخیص داده می‌شود که حداقل ۵۰٪ از پریستالسیس‌ها در پاسخ به بلع مایع (wet swallow) دارای انقباضات ضعیف (weak) باشند. این یک اختلال حرکتی جزئی در مری شناخته می‌شود که می‌تواند یک اختلال حرکتی اولیه مری یا یک اختلال حرکتی ثانویه به GERD، ازوفازیت اتوزینوفیلیک، اسکلوئرومی یا سایر اختلالات بافت همبند باشد. در این HRM، یک هرنی هیاتال sliding ۲ سانتی‌متری نیز وجود دارد که به صورت وجود فاصله بین LES و انقباض ستون‌های دیافراگم (CD) نشان داده می‌شود. ستون‌های دیافراگم (CD) همزمان با دم منقبض می‌گردند، همانطور که در تغییرات فشار در امتداد ستون دیافراگم (CD) حین چرخه تنفسی توضیح داده شده است. همچنین اندکی پس از بلع یک آروغ کوچک وجود دارد.

- HRM: high-resolution manometry; IEM: ineffective esophageal motility; mmHg: millimeter of mercury; UES: upper esophageal sphincter; LES: lower esophageal sphincter; CD: crural diaphragm; DCI: distal contractile integral; s: second; cm: centimeter; GERD: gastroesophageal reflux disease.

- Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.



تفسیر مانومتری مری در یک نگاه.

- HRIM: high resolution-impedance manometry; IRP: integrated relaxation pressure; TBE: timed-barium esophagram; FLIP: functional luminal imaging probe; EGJOO: esophagogastric junction-outflow obstruction; DCI: distal contractile integral; IEM: ineffective esophageal motility; DES: distal esophageal spasm; DL: distal latency; sec: second.

- Patel DA, Yadlapati R, Vaezi MF. Esophageal Motility Disorders: Current Approach to Diagnostics and Therapeutics. *Gastroenterology* 2022;162:1617–1634.

1. Ang D, Hollenstein M, Misselwitz B, et al. Rapid Drink Challenge in high-resolution manometry: an adjunctive test for detection of esophageal motility disorders. *Neurogastroenterol Motil* 2017;29.
2. Ang D, Misselwitz B, Hollenstein M, et al. Diagnostic yield of high-resolution manometry with a solid test meal for clinically relevant, symptomatic oesophageal motility disorders: serial diagnostic study. *Lancet Gastroenterol Hepatol* 2017;2:654.
3. ASGE Standards of Practice Committee, Pasha SF, Acosta RD, et al. The role of endoscopy in the evaluation and management of dysphagia. *Gastrointest Endosc* 2014;79:191.
4. Aziz Q, Fass R, Gyawali CP, et al. Esophageal Disorders. *Gastroenterology* 2016;150:1368.
5. Babaei A, Shad S, Massey BT. Diagnostic differences in the pharmacologic response to cholecystokinin and amyl nitrite in patients with absent contractility vs type I Achalasia. *Neurogastroenterol Motil*. 2020;32:e13857.
6. Babaei A, Shad S, Massey BT. Motility patterns following esophageal pharmacologic provocation with amyl nitrite or cholecystokinin during high-resolution manometry distinguish idiopathic vs opioid-induced type 3 achalasia. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2020;18(4):813-821.
7. Behar J, Biancani P. Pathogenesis of simultaneous esophageal contractions in patients with motility disorders. *Gastroenterology* 1993;105:111.
8. Beveridge CA, Falk GW, Ahuja NK, et al. Low yield of cross-sectional imaging in patients with esophagogastric junction outflow obstruction. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2020;18:1643–1644.
9. Boaden E, Nightingale J, Bradbury C, et al. Clinical practice guidelines for videofluoroscopic swallowing studies: A systematic review. *Radiography (Lond)* 2020;26:154.
10. **Bredenoord AJ, Babaei A, Carlson D, et al. Esophagogastric junction outflow obstruction. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14193.**
11. Bredenoord AJ, Fox M, Kahrilas PJ, et al. Chicago classification criteria of esophageal motility disorders defined in high resolution esophageal pressure topography. *Neurogastroenterol Motil* 2012;24 Suppl 1:57.
12. Bredenoord AJ, Weusten BL, Timmer R, Smout AJ. Intermittent spatial separation of diaphragm and lower esophageal sphincter favors acidic and weakly acidic re ux. *Gastroenterology* 2006;130:334.
13. Carlson DA, Gyawali CP, Roman S, et al. Esophageal Hypervigilance and Visceral Anxiety Are Contributors to Symptom Severity Among Patients Evaluated With High-Resolution Esophageal Manometry. *Am J Gastroenterol* 2020;115:367.
14. **Chen JW, Savarino E, Smout A, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical**

- review on diagnostic criteria for hypercontractile esophagus. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14115.**
15. Clouse RE, Prakash C. Topographic esophageal manometry: an emerging clinical and investigative approach. *Dig Dis* 2000;18:64.
 16. Clouse RE, Staiano A. Topography of the esophageal peristaltic pressure wave. *Am J Physiol* 1991;261:G677.
 17. **Cook IJ, Kahrilas PJ. AGA: Technical review: Management of oropharyngeal dysphagia. Gastroenterology 1999; 116:455.**
 18. DeLay K, Austin GL, Menard-Katcher P. Anatomic abnormalities are common potential explanations of manometric esophagogastric junction out ow obstruction. *Neurogastroenterol Motil* 2016;28:1166.
 19. **Fass R, Feldman M, Robson KM. Approach to the evaluation of dysphagia in adults (Topic 2241). UpToDate (2022).**
 20. Fox M, Hebbard G, Janiak P, et al. High-resolution manometry predicts the success of oesophageal bolus transport and identifies clinically important abnormalities not detected by conventional manometry. *Neurogastroenterol Motil* 2004;16:533.
 21. Fox MR, Bredenoord AJ. Oesophageal high-resolution manometry: moving from research into clinical practice. *Gut* 2008;57:405.
 22. **Fox MR, Sweis R, Yadlapati R, et al. Chicago classification version 4.0© technical review: Update on standard high-resolution manometry protocol for the assessment of esophageal motility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14120.**
 23. Ghosh SK, Pandol no JE, Kwiatak MA, Kahrilas PJ. Oesophageal peristaltic transition zone defects: real but few and far between. *Neurogastroenterol Motil* 2008;20:1283.
 24. Ghosh SK, Pandol no JE, Rice J, et al. Impaired deglutitive EGJ relaxation in clinical esophageal manometry: a quantitative analysis of 400 patients and 75 controls. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2007;293:G878.
 25. Ghosh SK, Pandol no JE, Zhang Q, et al. Quantifying esophageal peristalsis with high-resolution manometry: a study of 75 asymptomatic volunteers. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2006;290:G988.
 26. Gyawali CP, Carlson DA, Chen JW, et al. ACG Clinical Guidelines: Clinical Use of Esophageal Physiologic Testing. *Am J Gastroenterol* 2020;115:1412-1428.
 27. **Gyawali CP, Zerbib F, Bhatia Sh, et al. Chicago Classification update (V4.0): Technical review on diagnostic criteria for ineffective esophageal motility and absent contractility. Neurogastroenterology & Motility. 2021;33:e14134.**
 28. Helen BM, Adrienne SJ, Carlo DL, e al. Diagnosis and Treatment of Rumination Syndrome: A Critical Review. *Am J Gastroenterol*. 2019;114(4): 562–578.
 29. <https://www.laborie.com>|2022.
 30. <https://www.westernsydney.edu.au>|2022.
 31. Kahrilas PJ, Boeckxstaens G. The spectrum of achalasia: lessons from studies of pathophysiology and high-resolution manometry. *Gastroenterology* 2013;145:954.
 32. **Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al, and The International High Resolution Manometry Working Group. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. Neurogastroenterol Motil 2015; 27:160.**

33. Kahrilas PJ, Clouse RE, Hogan WJ. American Gastroenterological Association technical review on the clinical use of esophageal manometry. *Gastroenterology* 1994;107:1865.
34. Kahrilas PJ, Ghosh SK, Pandolfino JE. Esophageal motility disorders in terms of pressure topography: the Chicago Classification. *J Clin Gastroenterol* 2008;42:627.
35. **Kahrilas PJ, Mittal RK, Bor S, et al. Chicago Classification update (v4.0): Technical review of high resolution manometry metrics for EGJ barrier function. *Neurogastroenterol Motil* 2021;33:e14113.**
36. **Kahrilas PJ, Pandolfino JE. High resolution manometry (Topic 17125). UpToDate (2022).**
37. Kahrilas PJ, Sifrim D. High-resolution manometry and impedance-pH/manometry: valuable tools in clinical and investigational esophagology. *Gastroenterology* 2008;135:756.
38. **Khan A, Yadlapati R, Gonlachanvit S, et al. Chicago Classification update (version 4.0): Technical review on diagnostic criteria for achalasia. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14182.**
39. Kim E, Yoo IK, Yon DK, et al. Characteristics of a subset of achalasia with normal integrated relaxation pressure. *J Neurogastroenterol Motil*. 2020;26:274–280.
40. Krishnan K, Lin CY, Keswani R, et al. Endoscopic ultrasound as an adjunctive evaluation in patients with esophageal motor disorders subtyped by high-resolution manometry. *Neurogastroenterol Motil* 2014;26:1172.
41. Kumar N, Porter RF, Chanin JM, Gyawali CP. Analysis of intersegmental trough and proximal latency of smooth muscle contraction using high-resolution esophageal manometry. *J Clin Gastroenterol* 2012;46:375.
42. Kwiatak MA, Nicodème F, Pandolfino JE, Kahrilas PJ. Pressure morphology of the relaxed lower esophageal sphincter: the formation and collapse of the phrenic ampulla. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2012;302:G389.
43. Lin Z, Kahrilas PJ, Roman S, et al. Improving the Integrated Relaxation Pressure (IRP) cutoff value for the diagnosis of achalasia using a classification and regression tree (CART) model (abstract). *Gastroenterology* 2012;142(Suppl 1):S281.
44. Malagelada JR, Bazzoli F, Boeckxstaens G, et al. World gastroenterology organization global guidelines: dysphagia-global guidelines and cascades update September 2014. *J Clin Gastroenterol* 2015;49:370.
45. Martin-Harris B, Canon CL, Bonilha HS, et al. Best Practices in Modified Barium Swallow Studies. *Am J Speech Lang Pathol* 2020;29:1078.
46. Misselwitz B, Hollenstein M, Bütikofer S, et al. Prospective serial diagnostic study: the effects of position and provocative tests on the diagnosis of oesophageal motility disorders by high-resolution manometry. *Aliment Pharmacol Ther*. 2020;51:706–718.
47. **Moosavi S, Rezaie A, Pimental M, et al. Atlas of high-resolution impedance, and pH monitoring. 1st ed. New York: Elsevier, 2020: 13-94.**
48. Omari TI, Ciucci M, Gozdzikowska K, 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.
49. **Pandolfino JE, Ghosh SK, Rice J, et al. Classifying esophageal motility by pressure topography characteristics: a study of 400 patients and 75 controls. *Am J Gastroenterol* 2008; 103:27.**

50. Pandolfino JE, Kahrilas PJ, American Gastroenterological Association. AGA technical review on the clinical use of esophageal manometry. *Gastroenterology* 2005;128:209.
51. Pandolfino JE, Kwiatek MA, Nealis T, et al. Achalasia: a new clinically relevant classification by high-resolution manometry. *Gastroenterology* 2008;135:1526.
52. Pandolfino JE, Leslie E, Luger D, et al. The contractile deceleration point: an important physiologic landmark on oesophageal pressure topography. *Neurogastroenterol Motil* 2010;22:395.
53. Pandolfino JE, Roman S, Carlson D, et al. Distal esophageal spasm in high-resolution esophageal pressure topography: defining clinical phenotypes. *Gastroenterology* 2011;141:469.
54. **Patel DA, Yadlapati R, Vaezi MF. Esophageal Motility Disorders: Current Approach to Diagnostics and Therapeutics. *Gastroenterology* 2022;162:1617–1634.**
55. Philonenko S, Roman S, Zerbib F, et al. Jackhammer esophagus: Clinical presentation, manometric diagnosis, and therapeutic Results-Results from a multicenter French cohort. *Neurogastroenterol Motil*. 2020;32(11):e13918.
56. Pohl D, Ribolsi M, Savarino E, et al. Characteristics of the esophageal low-pressure zone in healthy volunteers and patients with esophageal symptoms: assessment by high-resolution manometry. *Am J Gastroenterol* 2008;103:2544.
57. Porter RF, Kumar N, Drapekin JE, Gyawali CP. Fragmented esophageal smooth muscle contraction segments on high resolution manometry: a marker of esophageal hypomotility. *Neurogastroenterol Motil* 2012;24:763.
58. Quader F, Rogers B, Sievers T, et al. Contraction reserve with ineffective esophageal motility on esophageal high-resolution manometry is associated with lower acid exposure times compared with absent contraction reserve. *Am J Gastroenterol*. 2020;115(12):1981–1988.
59. Rengarajan A, Gyawali CP. High-resolution manometry can characterize esophagogastric junction morphology and predict esophageal reflux burden. *J Clin Gastroenterol*. 2020;54:22–27.
60. **Rice TW, Shay SS. A primer of high-resolution esophageal manometry. *Seminars in thoracic and cardiovascular surgery* 2011; 23(3):181-190.**
61. Rogers BD, Gyawali CP. Enhancing High-Resolution Esophageal Manometry: Use of Ancillary Techniques and Maneuvers. *Gastroenterol Clin North Am* 2020;49:411.
62. Rogers BD, Rengarajan A, Mauro A, et al. Fragmented and failed swallows on esophageal high-resolution manometry associate with abnormal reflux burden better than weak swallows. *Neurogastroenterol Motil*. 2020;32:e13736
63. **Roman S, Hebbard G, Jung KW, et al. Chicago Classification Update (v4.0): Technical review on diagnostic criteria for distal esophageal spasm. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14119.**
64. Roman S, Lin Z, Kwiatek MA, et al. Weak peristalsis in esophageal pressure topography: classification and association with Dysphagia. *Am J Gastroenterol* 2011;106:349.
65. Roman S, Lin Z, Pandolfino JE, Kahrilas PJ. Distal contraction latency: a measure of propagation velocity optimized for esophageal pressure topography studies. *Am J Gastroenterol* 2011;106:443.
66. **Samo S, Qayed E. Esophagogastric junction outflow obstruction: Where are we now in diagnosis and management? *World J Gastroenterol* 2019; 28; 25(4): 411-417.**

67. Scherer JR, Kwiatek MA, Soper NJ, et al. Functional esophagogastric junction obstruction with intact peristalsis: a heterogeneous syndrome sometimes akin to achalasia. *J Gastrointest Surg* 2009;13:2219.
68. **Schiff B, Delft FV, Talley NJ. Zenker's diverticulum (Topic 2242). UpToDate (2022).**
69. **Spechler SJ, Talley NJ. Achalasia: pathogenesis, clinical manifestations, and diagnosis (Topic 2268). UpToDate (2022).**
70. Sweis R, Anggiansah A, Wong T, et al. Normative values and inter-observer agreement for liquid and solid bolus swallows in upright and supine positions as assessed by esophageal high-resolution manometry. *Neurogastroenterol Motil* 2011;23:509.
71. Tack J, Pauwels A, Roman S, et al. European Society for Neurogastroenterology and Motility (ESNM) recommendations for the use of high-resolution manometry of the esophagus. *Neurogastroenterology & Motility*. 2021;33:e14043.
72. Triggs JR, Carlson DA, Beveridge C, et al. Functional luminal imaging probe panometry identifies achalasia-type esophagogastric junction outflow obstruction. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2020;18:2209–2217.
73. Trudgill NJ, Sifrim D, Sweis R, et al. British Society of Gastroenterology guidelines for oesophageal manometry and oesophageal reflux monitoring. *Gut* 2019;66:1–20.
74. Vaezi MF, Pandolfino JE, Yadlapati RH, et al. ACG Clinical Guidelines: Diagnosis and Management of Achalasia. *Am J Gastroenterol* 2020;115:1393–1411.
75. Woodland P, Gabieta-Sonmez S, Arguero J, et al. 200 mL Rapid Drink Challenge During High-resolution Manometry Best Predicts Objective Esophagogastric Junction Obstruction and Correlates With Symptom Severity. *J Neurogastroenterol Motil* 2018;24:410.
76. Wu J-F, Tsai I-J, Tong T-W, et al. Pressure-impedance analysis: Assist the diagnosis and classification of ineffective esophageal motility disorder. *J Gastroenterol Hepatol*. 2020; 35:1317–1324.
77. Xiao Y, Kahrilas PJ, Kwasny MJ, et al. High-resolution manometry correlates of ineffective esophageal motility. *Am J Gastroenterol* 2012;107:1647.
78. Xiao Y, Carlson DA, Lin Z, et al. Chaotic peak propagation in patients with Jackhammer esophagus. *Neurogastroenterol Motil*. 2020;32:e13725.
79. Xiao Y, Carlson DA, Lin Z, et al. Jackhammer esophagus: Assessing the balance between prepeak and postpeak contractile integral. *Neurogastroenterol Motil*. 2018;30:e13262.
80. **Yadlapati R, Kahrilas PJ, Fox MR, et al. Esophageal motility disorders on high-resolution manometry: Chicago classification version 4.0 ©. Neurogastroenterol Motil 2021; 33(1):e14058.**
81. Yadlapati R, Tye M, Keefer L, et al. Psychosocial Distress and Quality of Life Impairment Are Associated With Symptom Severity in PPI Non-Responders With Normal Impedance-pH Probes. *Am J Gastroenterol* 2018;113:31.
82. Zerbib F, Marin I, Cisternas D, et al. Ineffective esophageal motility and bolus clearance. A study with combined high-resolution manometry and impedance in asymptomatic controls and patients. *Neurogastroenterol Motil*. 2020;32(9):e13876.

نمایه (Index)

Absent contractility	108
Achalasia	90
Anatomic sphincters	40
Break	66
Bolus pressure	58
Compartmentalized pressurization	68
Contractile Deceleration Point (CDP)	50
Contractile Front Velocity (CFV)	51
Contractile segments	48
Contraction pattern	67
Contraction vigor	65
Crural diaphragm (CD)	52
Distal contractile integral (DCI)	63
Distal Esophageal Spasm (DES)	111
Distal latency (DL)	61
Esophageal dysphagia	20
Esophagogastric junction (EGJ)	80
Esophagogastric junction-outflow obstruction (EGJOO)	98
Failed contraction (peristalsis)	65
Fragmented contraction (peristalsis)	66
Functional luminal imaging probe (FLIP)	31
Gastric pressure	58
Gastroesophageal reflux disease (GERD)	25
Hiatal hernia	129
Hypercontractile esophagus	114

Ineffective contraction (peristalsis)	65
Ineffective esophageal motility (IEM)	118
Integrated relaxation pressure (IRP)	59
Jackhammer esophagus	114
Lower esophageal sphincter (LES)	42
Multiple Rapid Swallow (MRS)	72
Non-cardiac chest pain	25
Oropharyngeal dysphagia	20
Panesophageal Pressurization (PEP)	68
Patterns of pressurization	68
Peristalsis	55
Pharmacologic provocation	71
Premature contraction (peristalsis)	138
Pressure inversion point (PIP)	52
Pressurization	68
Pseudoachalasia	96
Rapid Drink Challenge (RDC)	72
Respiratory Inversion Point (RIP)	129
Response to provocation	71
Rumination syndrome	128
Scleroderma	126
Solid-state manometry (SSM)	16
Solid Test Meal (STM)	72
Solid test swallows	72
Timed-barium esophagram (TBE)	31
Transient LES relaxations (TLESRs)	124
Transition zone	49
Upper esophageal sphincter (UES)	40
Water-perfusion manometry (WPM)	16
Weak contraction (peristalsis)	65
Zenker's diverticulum	133