

Técnicas de investigación clínica en los trastornos funcionales digestivos

J. Serra

Servicio de Aparato Digestivo. Hospital Universitario Vall d'Hebron. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona. España.

RESUMEN

Los trastornos funcionales digestivos se caracterizan por la presencia de síntomas referidos al aparato digestivo sin que se pueda objetivar ninguna alteración patológica que los justifique utilizando las técnicas diagnósticas habituales. En los últimos años se han desarrollado diversos métodos que permiten estudiar la función digestiva en humanos y relacionar las alteraciones funcionales, fundamentalmente motoras o sensoriales, con los síntomas funcionales digestivos. Como fruto de estos avances se han identificado alteraciones, tanto motoras como sensoriales, en subgrupos de pacientes con trastornos funcionales digestivos. Estos conocimientos deben permitir en el futuro el desarrollo de nuevas clasificaciones de estos trastornos basadas en mecanismos fisiopatológicos específicos, en lugar de las actuales clasificaciones sindrómicas basadas en síntomas. Esto permitirá el desarrollo de tratamientos más efectivos, orientados al mecanismo específico causante de los síntomas.

CLINICAL RESEARCH TECHNIQUES IN FUNCTIONAL DIGESTIVE DISORDERS

Functional digestive disorders are characterized by symptoms related to the digestive tract for which no pathological causes can be found using routine diagnostic techniques. In the last few years, several methods have been developed to the study digestive function allow relation between in humans functional alterations, mainly motor and sensory and to be related to functional digestive symptoms. As a result of these advances, both motor and sensory alterations have been identified in subgroups of patients with functional digestive disorders. This knowledge should enable current symptom-based classifications of these disorders to be replaced with new classifications based on specific physiopathologic mechanisms.

Correspondencia: Dr. J. Serra.
Servicio de Digestivo (8.ª planta). Hospital General Vall d'Hebron.
Pg. Vall d'Hebron, 119-129. 08035 Barcelona. España.
Correo electrónico: serra.jordi@terra.es

Recibido el 25-7-2005; aceptado para su publicación el 28-7-2005.

This would allow more effective therapies aimed at the specific mechanism causing the symptoms to be developed.

INTRODUCCIÓN

Una gran proporción de los pacientes que acuden a consultas de aparato digestivo y medicina general presentan síntomas referidos al tracto digestivo sin que con las técnicas diagnósticas habituales se pueda objetivar ninguna alteración morfológica, bioquímica o microbiológica que los justifique. Con la finalidad de investigar las alteraciones en la función del tubo digestivo como posibles causantes de estas molestias, se han desarrollado progresivamente diversos métodos para el estudio de la función digestiva en humanos. Estas técnicas permiten, por un lado, estudiar la función del tubo digestivo en condiciones normales (estudios de fisiología), y por otro, estudiar la presencia de alteraciones en la función digestiva en grupos de pacientes con síndromes funcionales crónicos (estudios de fisiopatología). Como fruto de estos avances, se han reconocido determinados trastornos de la función digestiva, tanto motores como sensoriales, como causantes de síntomas abdominales, lo que ha llevado a la implantación progresiva de algunas de estas técnicas en varios centros hospitalarios, fundamentalmente de tercer nivel. En este artículo repasaremos los grupos de técnicas usadas para la evaluación de la función intestinal en humanos, centrándonos en aquellas que se utilizan con mayor frecuencia y que han mostrado especial utilidad en la investigación clínica de la patología funcional.

TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD MOTORA

Manometría

Definición

La manometría permite el estudio de la actividad motora intestinal mediante la medición continua de la presión in-

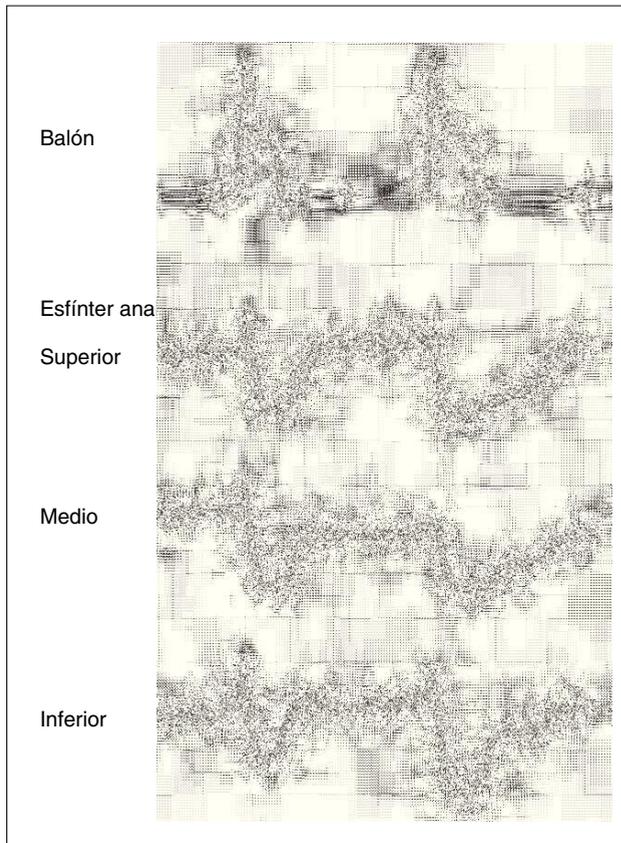


Fig. 1. Manometría anorrectal. Se puede valorar la respuesta refleja del esfínter anal mediante una sonda que incorpora un balón hinchable que se sitúa en el recto y sensores de presión que se sitúan en el esfínter anal. Cuando se distiende el balón, se observa una relajación refleja del esfínter anal, que se refleja como una caída de presión en el ano en todas las zonas. Es el reflejo rectoanal inhibitorio.

traluminal en el tubo digestivo. Permite la valoración de contracciones rápidas (fásicas) que ocluyen la luz intestinal y del estado de contracción y relajación de zonas de alta presión como los esfínteres. La técnica gana eficacia cuando se realizan mediciones simultáneas en diversos puntos intraluminales, ya que esto permite valorar la progresión de las ondas peristálticas y la coordinación entre estas ondas y la relajación de los esfínteres.

La manometría puede realizarse, en principio, en cualquier lugar del tracto digestivo. Su mayor rendimiento se obtiene en el estudio de determinadas unidades funcionales de interés, como el esófago y sus esfínteres adyacentes (manometría esofágica), el antro gástrico y zonas proximales del intestino delgado (manometría gastrointestinal), y la zona del ano y recto (manometría anorrectal)¹⁻⁴. También es útil para valorar la actividad motora del colon y del esfínter de Oddi, lo que requiere su combinación con técnicas de endoscopia que faciliten la intubación.

Instrumentación y método

Se puede realizar la manometría usando sensores sólidos o mediante sistemas de perfusión continua. Ambos méto-

dos ofrecen resultados similares. La ventaja del sistema sólido es que sólo precisa una sonda que incorpore los sensores apropiados y un aparato de registro que el paciente puede llevar consigo, por lo que resulta ideal para realizar estudios ambulatorios de larga duración. Sin embargo, tiene la desventaja de su alto coste. El sistema de perfusión es mucho más económico, por lo que es el más utilizado para realizar registros en el laboratorio. Para ello se utilizan sondas de múltiples canales, de aproximadamente 0,5-0,8 mm de diámetro interno cada uno, que desembocan en pequeños orificios que se sitúan en el lugar donde se quiera realizar la medición de presión. Por cada uno de estos canales se perfunde agua a velocidad constante, y la presión en cada canal se registra mediante sensores externos de presión conectados a un sistema de registro, de papel o informático. Su principal inconveniente es que requiere un sistema de perfusión continua que es engorroso de usar en situaciones ambulatorias.

La preparación del paciente, el tipo de sonda y el método específico dependerán del segmento intestinal que se desee estudiar y del diseño experimental específico. Se pueden usar sondas que incorporen mecanismos de estimulación visceral como, por ejemplo, balones de látex para realizar distensiones mecánicas, o canales adicionales para la infusión de sustancias químicas (nutrientes, irritantes, etc.), lo que permite estudiar las respuestas motoras a estos estímulos (fig. 1). La intubación se realiza a través de los orificios naturales: nariz o boca para el tracto digestivo superior; ano para el tracto digestivo inferior. Debido al escaso grosor de estas sondas (no superan generalmente los 4 mm de diámetro externo), la tolerancia a estas técnicas suele ser muy buena.

Manguito de Dent. Consiste en un manguito muy fino, de unos centímetros de longitud, por el que circula una corriente continua de agua, lo que permite registrar la presión media en este segmento, a pesar de que sea muy asimétrico. Este manguito resulta ideal para realizar mediciones de presión en los esfínteres⁵.

Utilidad

La manometría permite realizar una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa de la actividad motora fásica y de los esfínteres. La evaluación cualitativa es de especial importancia cuando se valoran los patrones motores del intestino, patrones de ayuno y posprandiales, así como para valorar la coordinación de diversos eventos motores, como la deglución o las maniobras defecatorias. La evaluación cuantitativa permite cuantificar la presión basal de los esfínteres y la magnitud de sus relajaciones, la amplitud de las contracciones, la velocidad de propagación de las ondas peristálticas, etc. El principal inconveniente de la manometría es que precisa contracciones oclusivas para registrar la actividad motora, por lo que no será útil para registrar cambios de tono o actividad fásica en órganos grandes como el fondo gástrico.

Las técnicas de manometría son las que han tenido una mayor implantación para el estudio de las enfermedades

motoras, ya que han permitido identificar trastornos motores específicos como la acalasia, la enfermedad de Hirschsprung, patrones neuropáticos o miopáticos en pacientes con pseudoobstrucción intestinal, incoordinación del suelo pélvico en pacientes con trastorno expulsivo, además del desarrollo de tratamientos dirigidos a corregir trastornos funcionales, como la biorregulación (*biofeedback*) anorrectal en pacientes con incontinencia anal o trastornos expulsivos.

Electromiografía

Definición

La electromiografía permite la medición de las corrientes eléctricas generadas por los flujos iónicos celulares durante la contracción/relajación de las fibras musculares. Permite valorar la actividad eléctrica del tubo digestivo, tanto en condiciones basales (ritmo eléctrico basal) como en respuesta a la estimulación de determinadas fibras musculares, bien sea mediante contracción voluntaria o en respuesta a estímulos eléctricos, lo que permite conocer la integridad de las vías nerviosas responsables de transmitir los estímulos.

Instrumentación y método

Se utilizan electrodos que pueden ser de tipo unipolar o bipolar, y que registran la señal eléctrica generada y la transmiten, previa correcta amplificación y filtrado, para su registro, generalmente en sistemas computarizados. El gran inconveniente de esta técnica para el estudio clínico de la motilidad es que la precisión de la medición está directamente determinada por la distancia que hay entre la unidad motora a registrar y el electrodo, por lo que su mayor eficacia se obtiene usando electrodos de punción que están en contacto directo con la unidad motora. Este método presenta el inconveniente de que es cruento y en ocasiones muy doloroso, por lo que su uso, muy extendido en el estudio de muestras de tejido en el laboratorio, ha quedado muy limitado en el contexto clínico. Para estudios en humanos se pueden utilizar electrodos de superficie que no requieren punción, pero a costa de una pérdida de precisión importante. Estos electrodos pueden colocarse intraluminalmente mediante intubación, o de forma externa sobre la superficie corporal próxima al segmento del tracto digestivo a estudiar^{6,7}. Para la correcta colocación de estos electrodos se precisan gran experiencia y minuciosidad en la preparación de la superficie corporal y en la colocación de los electrodos; tiene especial importancia el evitar interferencias de otros grupos musculares adyacentes, como la actividad eléctrica cardíaca.

Utilidad

Mediante electromiografía se puede determinar la actividad eléctrica basal de los diferentes segmentos del tubo digestivo. Esto ha permitido observar que determinados grupos de pacientes presentan alteraciones en el ritmo

eléctrico gástrico (bradigastría o taquigastría). Sin embargo, no se ha podido relacionar estas alteraciones del ritmo eléctrico con síntomas digestivos específicos. Asimismo, la electromiografía puede usarse combinada con técnicas de estimulación eléctrica para valorar la latencia de contracción en respuesta a estímulos, lo que permite el estudio de la integridad de las vías nerviosas que inervan el tracto digestivo². Se está desarrollando un proyecto europeo que permite el estudio de las unidades motoras independientes del esfínter anal interno usando un sistema de múltiples electrodos radiales de contacto, lo que permite conocer la actividad eléctrica esfinteriana en todo su diámetro, y que en el futuro podría facilitar la caracterización de posibles defectos concretos en grupos de pacientes con incontinencia⁸.

Barostato electrónico

El barostato electrónico permite la medición del tono y de la compliancia del tubo digestivo mediante un sistema de aspiración/infusión de aire que mantiene una presión constante en el interior de una bolsa previamente introducida en el segmento intestinal a estudiar⁹. Este sistema permite la valoración de la actividad muscular lenta (tónica) en cualquier segmento del tubo digestivo, desde el esófago al recto, tanto en condiciones basales como en respuesta a estímulos. Asimismo, el barostato electrónico puede utilizarse para aplicar estímulos mecánicos (distensión a presión constante) en estudios de sensibilidad visceral¹⁰.

Instrumentación y método

Se utilizan sondas de doble canal, uno para infusión/aspiración de aire y el otro para la medición de la presión, que incorporan una bolsa esférica o cilíndrica (dependiendo del órgano a estudiar) de plástico fino (poliuretano). La sonda se conecta al barostato electrónico, que consiste en una bomba de infusión/aspiración de aire conectada a un sensor de presión. El barostato mantiene la presión constante en el interior de la bolsa mediante un sistema de retroalimentación, de forma que ante una subida de presión el barostato aspira el aire de la bolsa, y ante una bajada de presión se insufla aire. Los cambios en el tono de la pared se cuantifican como cambios de volumen en el interior de la bolsa; esto es, un aumento de volumen refleja una relajación, y una disminución de volumen refleja una contracción (fig. 2).

Utilidad

El barostato es la herramienta fundamental para medir cambios de tono y volumen en el tubo digestivo. Se ha convertido en una herramienta clave para conocer los mecanismos que regulan las respuestas motoras adaptativas del tubo digestivo en humanos. El órgano en que estos fenómenos se han estudiado con mayor profundidad es el estómago, donde se ha constatado que un grupo importante de pacientes con dispepsia funcional pre-

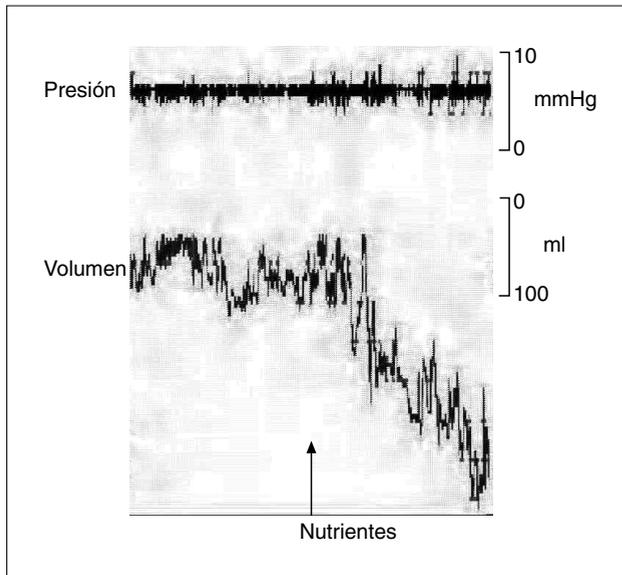


Fig. 2. El barostato electrónico permite la medición de los cambios en el tono del estómago como cambios de volumen a presión fija. Obsérvese que la infusión de nutrientes en el duodeno produce un aumento progresivo del volumen de aire (escala invertida) en el estómago, lo que indica una relajación refleja del estómago. El barostato mantiene constante la presión intragástrica.

senta una falta de relajación refleja del fondo tras la ingesta, que se asocia a la sensación de saciedad precoz¹¹. En el futuro el barostato puede ser una herramienta de gran utilidad para valorar los efectos específicos de nuevos fármacos en el tono digestivo en grupos específicos de pacientes con alteraciones en las respuestas reflejas de adaptación.

MEDICIÓN DEL FLUJO (PROPULSIÓN) Y REFLUJO (RETROPULSIÓN)

Videofluoroscopia y estudios radiológicos seriados

La videofluoroscopia permite la visualización continua del tránsito de bolos de contraste radioopaco a través de diversas estructuras del tubo digestivo. Debido a que supone la exposición continuada a radiaciones ionizantes, su uso se limita al estudio de flujos rápidos, principalmente en las regiones orofaríngea y anorrectal^{12,13}. En caso de que se desee estudiar zonas con tránsito más lento, se pueden usar las radiografías seriadas, esto sobre la toma de placas a intervalos preestablecidos, en función de los tiempos de tránsito de los segmentos en estudio¹³.

Instrumentación y método

Para la realización de estas pruebas se precisa de un equipamiento de radiología básico –en muchos casos puede bastar con un arco de fluoroscopia– que cumpla con todos los requisitos de radioprotección y que incorpore la posibi-

lidad de filmación de vídeo. Este equipamiento obviamente no es necesario si sólo se realizan radiografías seriadas. Los contrastes radioopacos que se administran varían en función del tipo de estudio a realizar; por ejemplo, cuando se estudia la deglución, se utilizan contrastes líquidos o semilíquidos, con la posibilidad de variar la consistencia del contraste si se desea valorar el efecto de espesantes sobre un trastorno deglutorio. La vía de administración es generalmente oral, excepto para el estudio de alteraciones en la defecación.

Utilidad

Las técnicas fluoroscópicas, al permitir la visualización del tránsito del bolo radioopaco, ofrecen información de las estructuras anatómicas adyacentes; es decir, permiten observar la presencia de herniaciones mucosas, zonas estenóticas estructurales o funcionales, además de aportar información sobre alteraciones importantes del flujo, como el paso de contraste a vías aéreas en pacientes con trastornos graves de la deglución. Este método tiene la ventaja de permitir el estudio de flujo sin necesidad de intubar al paciente, pero presenta el inconveniente de la exposición a radiaciones ionizantes y de la utilización de contrastes radioopacos, que no son fisiológicos; generalmente consisten en compuestos con pesos mayores que los del quimo fisiológico, por lo que son en general más aptos para estudios cualitativos de incoordinaciones funcionales que para estudios cuantitativos de tiempos de tránsito.

Estudios gammagráficos

La gammagrafía permite el estudio del flujo de sustancias fisiológicas como, por ejemplo, alimentos previamente marcados con material radiactivo. Se puede marcar cualquier tipo de sustancia (sólida, líquida o gas), lo que permite el estudio del flujo de diferentes componentes específicos (fig. 3). Como en la mayoría de métodos, en principio se puede estudiar cualquier tipo de estructura del tubo digestivo^{14,15}.

Instrumentación y método

El mayor inconveniente de la gammagrafía es que precisa de equipamiento con gammacámara, personal especializado en el manejo de sustancias radiactivas y normas de radioprotección, por lo que sólo está disponible en algunos centros que cuentan con una unidad de medicina nuclear. Una vez que se cumplen estos requisitos, la realización de los estudios es relativamente sencilla, ya que se administran al sujeto las sustancias que se desea estudiar, como mermeladas, tortillas etc., marcadas con material radiactivo. El sujeto ingiere normalmente los alimentos marcados, y luego se van tomando imágenes gammagráficas de forma secuencial durante el tiempo necesario para valorar el avance del bolo radiactivo.

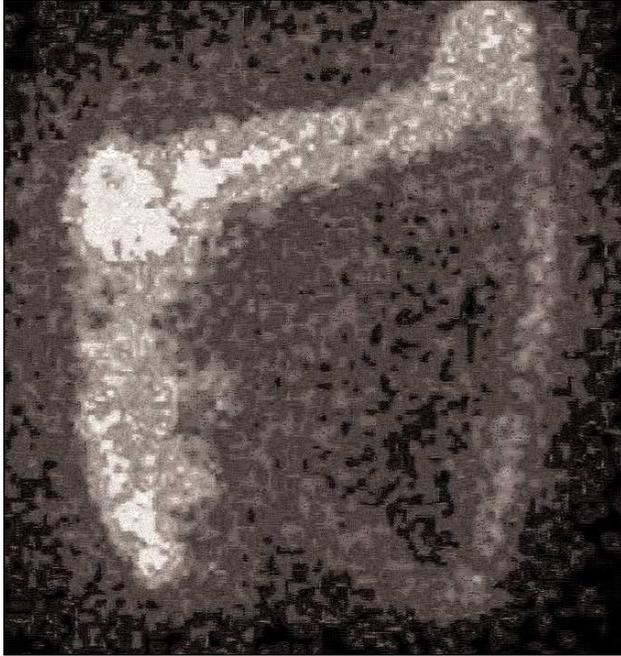


Fig. 3. Gammaografía de gas intestinal. Se ha infundido un bolo de gas xenón 133 en el yeyuno y se observa cómo al cabo de 15 min todo el bolo de gas se encuentra distribuido por el colon ascendente y transverso.

Utilidad

La gammagrafía permite el estudio cuantitativo del tránsito de alimentos fisiológicos, sólidos, líquidos o gaseosos, a través del tubo digestivo, por lo que es la técnica ideal para determinar tiempos de tránsito, vaciamiento gástrico, etc. Sus mayores inconvenientes son que el número de exploraciones está limitado, ya que se necesita la administración de material radiactivo; la gran variabilidad interindividual que normalmente existe en los tiempos de tránsito, y la falta de visualización de estructuras anatómicas, lo que impide la realización de estudios cualitativos y a veces dificulta la interpretación de los resultados, especialmente en casos de solapamiento entre distintos segmentos del tubo digestivo.

Test de aliento

Los tests de aliento aprovechan la gran capacidad de difusión hacia la sangre de determinados gases digestivos, como el hidrógeno o el CO_2 , que se producen como resultado de reacciones químicas o metabolismo bacteriano, para cuantificar el tiempo de tránsito de determinadas sustancias. Por ejemplo, se puede administrar un azúcar no absorbible como la lactulosa, que metabolizan las bacterias intestinales (presentes sólo en el colon) produciendo grandes cantidades de hidrógeno. Este gas se difunde rápidamente hacia la sangre y se elimina en el aire exhalado. En el momento en que aparece hidrógeno en el aire exhalado, sabemos que el azúcar ha llegado al colon, lo que proporciona información sobre el tiempo de tránsito orocecal¹⁶.

Instrumentación y método

El equipo para realizar la determinación depende del gas a estudiar. Para cuantificar los gases colónicos (hidrógeno, CO_2 y CH_4) basta con disponer de un cromatógrafo de gases. Sin embargo, si se quiere realizar la medición de isótopos inertes, como el ^{13}C , usado en los estudios de vaciamiento gástrico, se precisará de un espectrofotómetro de masas¹⁷. El día de la prueba se administra al paciente la sustancia reactante por vía oral y se le pide que sople en el interior de bolsas especiales para el almacenamiento de gas a intervalos regulares de tiempo. La concentración de los gases en cada muestra permitirá construir una gráfica de concentración/tiempo que indicará el momento en que se produce la llegada del reactante al lugar del intestino en que éste reacciona.

Utilidad

Los tests de aliento se usan para determinar el vaciamiento gástrico y el tiempo de tránsito orocecal. Como todos los tests para medir el tránsito intestinal, están sujetos a gran variabilidad y precisan de una preparación muy estricta del sujeto^{17,18}. Presentan la ventaja de su sencillez y de ser incruentos, pero son inferiores a las técnicas de gammagrafía porque no aportan información sobre la distribución de las sustancias en el intestino.

Tránsito de gas intestinal

Consiste en la determinación de la capacidad del intestino para transportar y evacuar sobrecargas de gas. Esta técnica permite también relacionar el gas retenido con síntomas abdominales subjetivos y distensión abdominal objetiva¹⁹.

Instrumentación y método

Se utiliza una sonda que se introduce en el segmento intestinal donde se desea infundir el gas, generalmente el yeyuno proximal, y una sonda para la recogida del gas expulsado (puede usarse una cánula externa, que se coloca en el surco interglúteo, o una sonda intrarrectal). A continuación se realiza una infusión continua de gas en el intestino (se usará una mezcla de gases no absorbibles para evitar la difusión de gas a la sangre) empleando una bomba de infusión y se recoge continuamente el gas expulsado. De esta forma se puede calcular en cada momento el volumen de gas retenido en el intestino como el volumen de gas infundido menos el evacuado. Durante el estudio se medirá a intervalos regulares el perímetro abdominal y se pedirá al paciente que rellene un cuestionario de percepción para relacionar la retención de gas con los síntomas abdominales. Se puede añadir un gas inerte a la mezcla de gas infundida, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), para luego analizar su completa recuperación (mediante técnica de absorbancia de infrarrojos), lo que validará la hermeticidad del sistema

e informará de la velocidad de tránsito del bolo de gas infundido.

Gammagrafía de gas intestinal. Se infunde un bolo de gas radiactivo (^{133}Xe) al principio de la infusión de gas y se toman imágenes gammagráficas seriadas abdominales cada minuto para determinar el tránsito del gas radiactivo a través de los distintos segmentos del tubo digestivo²⁰. Por lo demás se sigue el método general del tránsito de gas (fig. 3).

Utilidad

Este método ha permitido establecer el tránsito de gas intestinal normal en humanos y los mecanismos que modulan el tránsito y la evacuación de gas en condiciones normales. Asimismo, se ha demostrado que los pacientes con distensión abdominal presentan una alteración en el tránsito de gas y unas respuestas anómalas a los estímulos que modulan el tránsito de gas en condiciones normales^{21,22}. En el futuro esta técnica puede ser de gran utilidad para valorar el efecto de determinadas actuaciones terapéuticas, farmacológicas o no farmacológicas, en el tránsito de gas y los síntomas de estos pacientes.

Acidimetría y reflujo biliar

La acidimetría permite la medición del grado de acidez en un segmento del tubo digestivo mediante la introducción de una sonda que incorpora un sensor de pH en el segmento intestinal que se desea estudiar. El reflujo biliar puede medirse mediante un espectrofotómetro que permite la medición de bilirrubina secretada por el flujo biliar. Ambas técnicas se usan fundamentalmente para estudiar el reflujo esofágico, bien de ácido (reflujo gastroesofágico), bien de sales biliares (reflujo duodenogastroesofágico)²³.

Instrumentación y método

Generalmente estas determinaciones se realizan de forma ambulatoria durante 24 h, por lo que será necesario disponer de aparatos portátiles de registro. El día del estudio, se introduce la sonda que incorpora el sensor de medición. Para estudios de reflujo esta sonda puede introducirse fácilmente por la nariz y se deja fijada 5 cm por encima del esfínter esofágico inferior, que debe localizarse previamente mediante manometría. Una vez que la sonda está correctamente colocada y fijada, se conecta al aparato portátil de registro y el sujeto puede irse y hacer vida completamente normal. Existen diversos tipos de sonda que pueden usarse en función de la clase de estudio que quiera realizarse. Por ejemplo, en caso de estudios para valorar la eficacia de tratamientos supresores de la secreción ácida, pueden emplearse sondas que incorporan sensores que permiten la medición simultánea de la acidez en el estómago y el esófago distal.

Utilidad

Estas técnicas tienen su mayor utilidad en el estudio del reflujo gastroesofágico y reflujo duodenogastroesofágico. Son métodos, como la manometría esofágica, de uso clínico común para el diagnóstico del reflujo y, si bien la técnica de medición del reflujo biliar está sujeta a gran número de falsos positivos (debido a interferencias de determinados alimentos), la acidimetría se mantiene como técnica de referencia para la investigación del reflujo gastroesofágico²³.

Impedancia

Consiste en la medición de los cambios de resistencia (impedancia) al flujo eléctrico entre 2 electrodos. Como la resistencia a la electricidad depende de la conductividad del medio entre los electrodos, podremos determinar episodios de paso de sustancias líquidas (buen conductor) o gaseosas (mal conductor) como descensos o incrementos en la impedancia o resistencia entre los electrodos. Generalmente se usan sondas con múltiples electrodos que permiten la medición concomitante de flujos líquidos o gaseosos en múltiples segmentos intraluminales^{24,25}.

Instrumentación y método

La impedancia se utiliza fundamentalmente para el estudio del flujo y reflujo en el esófago. Para ello se usa una sonda que tiene múltiples electrodos cilíndricos situados generalmente a 2 cm de distancia entre sí. La sonda se introduce por la nariz o por la boca y se coloca con el electrodo distal 1 o 2 cm por encima del margen superior del esfínter esofágico inferior. La impedancia en los diferentes segmentos del esófago se registra de forma continua en sistemas digitalizados. Existen sistemas que permiten la realización de estudios ambulatorios con análisis automático de los resultados, o sistemas estáticos que permiten el análisis manual del registro. Asimismo, se puede simultanear el registro de la impedancia con registro de acidimetría o manometría.

Utilidad

La impedancia permite medir flujos líquidos a través de distintos segmentos del esófago, lo que proporciona información sobre flujos anterógrados (propulsivos) y retrógrados (reflujo). Permite asimismo observar la presencia de flujos gaseosos (anterógrados o retrógrados). El inconveniente de esta técnica es que no permite cuantificar el volumen de líquido o gas presente en cada episodio de flujo o reflujo (el descenso de impedancia es idéntico para 1 ml que para 10 ml de líquido), y tampoco conocer la naturaleza, ácida o no ácida, del material refluído²³. Su uso actualmente se limita al esófago, si bien también podría ser útil para estudios de flujo en otros segmentos del tubo digestivo, como el duodeno.

ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD VISCERAL

La sensibilidad visceral suele explorarse aplicando estímulos sobre las zonas del tubo digestivo que deseen estudiarse y registrando los 2 tipos de respuesta principales que se producen: respuestas reflejas y percepción consciente de sensaciones. Para ello se suelen combinar técnicas de estimulación visceral con técnicas que permiten el estudio del efecto de estos estímulos sobre la motilidad digestiva como, por ejemplo, la manometría si se desea estudiar las respuestas motoras fásicas a un estímulo, o el barostato electrónico si se desean estudiar los cambios reflejos tónicos inducidos por el estímulo. Mediante cuestionarios específicos de percepción se puede cuantificar la intensidad de las sensaciones inducidas por los estímulos (con escalas analógicas o graduadas), así como determinar el tipo de síntoma y su localización²⁶.

Estímulos mecánicos

Son los que se usan con mayor frecuencia. Destacan por su fácil aplicación y porque permiten la supresión inmediata del estímulo en caso de que se produzca dolor al sujeto. Pueden realizarse principalmente 3 tipos de distensión mecánica: a volumen fijo (inyectando cantidades predeterminadas de aire), a presión fija (mediante un barostato electrónico) o a tensión fija (usando un tensostato electrónico).

Instrumentación y método

Se utiliza una sonda que incorpora uno o varios balones para realizar las distensiones. Para las distensiones a volumen fijo pueden usarse balones de látex, si bien la precisión es mayor con bolsas de plástico no distensible, como el polietileno, ya que éstas permiten la aplicación exacta del estímulo sobre la pared del órgano, sin tener que corregir por la propia elasticidad del plástico. Si se realizan distensiones a presión o tensión fija, se empleará una sonda de doble canal, uno para inyección/aspiración de aire y el otro para el registro de la presión (véase más arriba «Barostato electrónico»). Las sondas se introducirán por los orificios naturales (boca para tubo digestivo superior y recto para estímulos colónicos) con la bolsa cuidadosamente plegada. Una vez en la posición deseada, se procederá a aplicar estímulos crecientes hasta el umbral deseado en función del protocolo específico. Para estudios a volumen fijo pueden realizarse incrementos a escalones de 10-40 ml en función del órgano que se estudie, y en caso de distensiones a presión fija se aumentará la presión del barostato a escalones de 2-4 mmHg^{10,26,27}.

Tensostato computarizado. Consiste en una aplicación del barostato electrónico que, mediante un programa informático, calcula la tensión resultante de la relación presión/volumen sobre la base de la ley de Laplace. Para ello debe introducirse en el ordenador la información de la forma del órgano (cilindro en el caso del intestino; esfera

en el caso del estómago o recto). Sobre la base de estos cálculos la bomba inyecta o aspira aire continuamente para mantener una tensión continua sobre el órgano estudiado. Al igual que en estudios a volumen o presión fija, se pueden aplicar estímulos crecientes, por ejemplo, a escalones de 4 g, hasta el umbral deseado. La ventaja principal del tensostato es que permite aplicar estímulos comparables sobre órganos que tienen tamaños distintos²⁸.

Utilidad

Estas técnicas permiten estudiar tanto las respuestas reflejas como sensoriales inducidas por estímulos perfectamente controlados. Asimismo pueden aplicarse con-juntamente con otras técnicas como, por ejemplo, la tomografía computarizada por emisión de fotón único cerebral, mediciones hormonales, etc., para el estudio de la sensibilidad en distintas regiones del eje cerebriointestinal. Su uso ha permitido definir la presencia de trastornos de la sensibilidad visceral en grandes grupos de pacientes con trastornos funcionales digestivos, por lo que se han convertido en una herramienta esencial en el estudio de la función digestiva.

Otros estímulos

De igual manera y con utilidad parecida a la de los estímulos mecánicos, se han desarrollado métodos específicos para la aplicación de otros tipos de estímulos²⁹. Los más usados son los estímulos químicos, que consisten en la infusión de una sustancia, como el ácido clorhídrico o nutrientes, para estudiar las respuestas que produce. De forma parecida se puede estudiar el efecto de estímulos térmicos, como el calor o el frío, haciendo circular una corriente de agua a una temperatura determinada por el interior de una sonda con aislante térmico en todo su circuito, excepto el punto donde se desee aplicar el estímulo³⁰. También se han utilizado sondas que incorporan electrodos bipolares que permiten la aplicación de estímulos eléctricos leves a voltajes crecientes. Estos estímulos activarán de forma indiscriminada todas las vías aferentes³¹. Mediante la combinación de distintos tipos de estímulos se puede estudiar de forma independiente la sensibilidad de los diferentes receptores viscerales³².

CONCLUSIÓN

La investigación de la fisiología y fisiopatología funcional digestiva ha supuesto la implantación progresiva de numerosas técnicas que permiten estudiar aspectos concretos de la función gastrointestinal. Éstas van desde técnicas para el estudio específico de la actividad motora de la pared del tubo digestivo hasta técnicas para el estudio del flujo de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas. Asimismo, se han desarrollado técnicas que permiten aplicar estímulos directamente sobre el intestino para estudiar las respuestas, tanto reflejas como sensoriales, que producen. Fruto de estos avances, se han identificado alteraciones,

tanto motoras como sensoriales, en subgrupos de pacientes con trastornos funcionales digestivos. Estos conocimientos deben permitir en el futuro el desarrollo de clasificaciones de estos trastornos basadas en mecanismos fisiopatológicos específicos, en lugar de las actuales clasificaciones sindrómicas basadas en síntomas. Todo ello conducirá al desarrollo de tratamientos específicos dirigidos al mecanismo causante de los síntomas, lo que debería asociarse a mayor efectividad terapéutica y bienestar para estos pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Pandolfino JE, Kahrilas PJ. AGA technical review on the clinical use of esophageal manometry. *Gastroenterology*. 2005;128:209-24.
- Azpiroz F, Enck P, Whitehead WE. Anorectal functional testing: review of collective experience. *Am J Gastroenterol*. 2002;97:232-40.
- Smout AJPM, Azpiroz F, Brummer RJ, Coremans G, Dapoigny M, Muller-Lissner SA, et al. Technologies in the evaluation of irritable bowel syndrome. *Digestion*. 2004;69:158-65.
- Mearin F, Malagelada JR. Gastrointestinal manometry – a practical tool or a research technique. *J Clin Gastroenterol*. 1993;16:281-91.
- Quigley EMM, Phillips SF. The Dent sleeve – its merits and limitations in monitoring motor-activity at gastrointestinal sphincters. *Irish J Med Sci*. 1985;154:371.
- Chen JDZ, Schirmer BD, McCallum RW. Serosal and cutaneous recordings of gastric myoelectrical activity in patients with gastroparesis. *Am J Physiol*. 1994;266:G90-G8.
- Chen J, McCallum RW. Electrogastrography – Measurement, analysis and prospective applications. *Med Biol Eng Comput*. 1991;29:339-50.
- Azpiroz F, Fernández-Fraga X, Merletti R, Enck P. The puborectalis muscle. *Neurogastroenterol Motil*. 2005;17:68-72.
- Azpiroz F, Malagelada JR. Gastric tone measured by an electronic barostat in health and postsurgical gastroparesis. *Gastroenterology*. 1987;92:934-43.
- Serra J, Azpiroz F, Malagelada JR. Modulation of gut perception in humans by spatial summation phenomena. *J Physiol*. 1998;506 (Pt 2):579-87.
- Tack J, Lee KJ. Pathophysiology and treatment of functional dyspepsia. *J Clin Gastroenterol*. 2005;39:S211-S6.
- Cook IJ, Kahrilas PJ. AGA technical review on management of oropharyngeal dysphagia. *Gastroenterology*. 1999;116:455-78.
- Anónimo. AGA technical review on constipation. *Gastroenterology*. 2000;119:1766-78.
- Mariani G, Boni G, Barreca M, Bellini M, Fattori B, AlSharif A, et al. Radionuclide gastroesophageal motor studies. *J Nucl Med*. 2004;45:1004-28.
- Lartigue S, Bizais Y, Desvarannes B, Cloarec D, Galmiche JP. Measurement of gastric-emptying, intestinal transit-time, and colonic filling by scintiscan in healthy-subjects. *Gastroenterol Clin Biol*. 1991;15:379-85.
- Levitt MD. Production and excretion of hydrogen gas in man. *N Engl J Med*. 1969;281:122-7.
- Barbosa L, Vera H, Moran S, Del Prado M, López-Alarcón M. Reproducibility and reliability of the C-13-acetate breath test to measure gastric emptying of liquid meal in infants. *Nutrition*. 2005;21:289-94.
- Priebe MG, Wachters-Hagedoorn RE, Stellaard F, Heiner AM, Elzinga H, Vonk RJ. Oro-cecal transit time: influence of a subsequent meal. *Eur J Clin Invest*. 2004;34:417-21.
- Serra J, Azpiroz F, Malagelada JR. Intestinal gas dynamics and tolerance in humans. *Gastroenterology*. 1998;115:542-50.
- Salvioli B, Serra J, Azpiroz F, Lorenzo C, Aguade S, Castell J, et al. Origin of gas retention and symptoms in patients with bloating. *Gastroenterology*. 2005;128:574-9.
- Serra J, Salvioli B, Azpiroz F, Malagelada JR. Lipid-induced intestinal gas retention in irritable bowel syndrome. *Gastroenterology*. 2002;123:700-6.
- Passos MC, Serra J, Azpiroz F, Tremolaterra F, Malagelada JR. Impaired reflex control of intestinal gas transit in patients with abdominal bloating. *Gut*. 2005;54:344-8.
- Sifrim D, Castell D, Dent J, Kahrilas PJ. Gastro-oesophageal reflux monitoring: review and consensus report on detection and definitions of acid, non-acid, and gas reflux. *Gut*. 2004;53:1024-31.
- Sifrim D, Holloway R, Silny J, Xin Z, Tack JF, Lerut A, et al. Acid, non acid, and gas reflux in patients with gastroesophageal reflux disease during ambulatory 24-hour pH-impedance recordings. *Gastroenterology*. 2001;120:1588-98.
- Bredenoord AJ, Weusten BLAM, Sifrim D, Timmer R, Smout AJPM. Aerophagia, gastric, and supragastric belching: a study using intraluminal electrical impedance monitoring. *Gut*. 2004;53:1561-5.
- Azpiroz F. Gastrointestinal perception: pathophysiological implications. *Neurogastroenterol Motil*. 2002;14:229-39.
- Serra J, Azpiroz F, Malagelada JR. Perception and reflex responses to intestinal distention in humans are modified by simultaneous or previous stimulation. *Gastroenterology*. 1995;109:1742-9.
- Distruitti E, Azpiroz F, Soldevilla A, Malagelada JR. Gastric wall tension determines perception of gastric distention. *Gastroenterology*. 1999;116:1035-42.
- Ness TJ, Gebhart GF. Visceral pain: a review of experimental studies. *Pain*. 1990;41:167-234.
- Villanova N, Azpiroz F, Malagelada JR. Perception and gut reflexes induced by stimulation of gastrointestinal thermoreceptors in humans. *J Physiol*. 1997;502 (Pt 1):215-22.
- Accarino AM, Azpiroz F, Malagelada JR. Symptomatic responses to stimulation of sensory pathways in the jejunum. *Am J Physiol*. 1992;263:G673-G7.
- Accarino AM, Azpiroz F, Malagelada JR. Selective dysfunction of mechanosensitive intestinal afferents in irritable bowel syndrome. *Gastroenterology*. 1995;108:636-43.