

# NEUROFISIOLOGÍA Y PRUEBAS DIAGNÓSTICAS (TTC, TEST HIDRÓGENO)

*Dr. José Francisco Suárez Crespo  
Unidad de Exploraciones Digestivas Funcionales  
Hospital Torrecárdenas*

## 1) NEUROFISIOLOGÍA INTESTINAL (¡De cómo funciona el tercer cerebro!)

### 1a) Neurofisiología del Intestino Delgado

#### *Inervación*

En el intestino delgado los movimientos están regulados de forma autónoma mediante reflejos en los que participa exclusivamente el **sistema nervioso entérico o intrínseco** formado por los plexos mientéricos de Auerbach y los plexos submucosos de Meissner. No obstante, puede verse regulado por el **sistema nervioso central o sistema nervioso entérico extrínseco** formado por el sistema nervioso parasimpático (nervio vago) y sistema nervioso simpático<sup>(1)</sup> (**Figura 1**).

El **sistema nervioso parasimpático o nervio vago** está formado por neuronas preganglionares que tienen el soma en el núcleo motor dorsal del vago, localizado en el bulbo raquídeo, y cuyos axones llegan directamente a la pared intestinal, estableciendo sinapsis con las neuronas postganglionares que se encuentran en el plexo mientérico. Existen dos tipos: **las neuronas colinérgicas** que inducen contracciones intestinales o aumentan las existentes, y **las neuronas nitrinérgicas** que induce relajaciones.

El **sistema nervioso simpático** tiene las neuronas preganglionares en la materia gris de la médula espinal y las postganglionares en los ganglios prevertebrales, ganglio celíaco y ganglio mesentérico superior. Son **neuronas noradrenérgicas** que inhiben la actividad motora entérica y cierra los esfínteres.

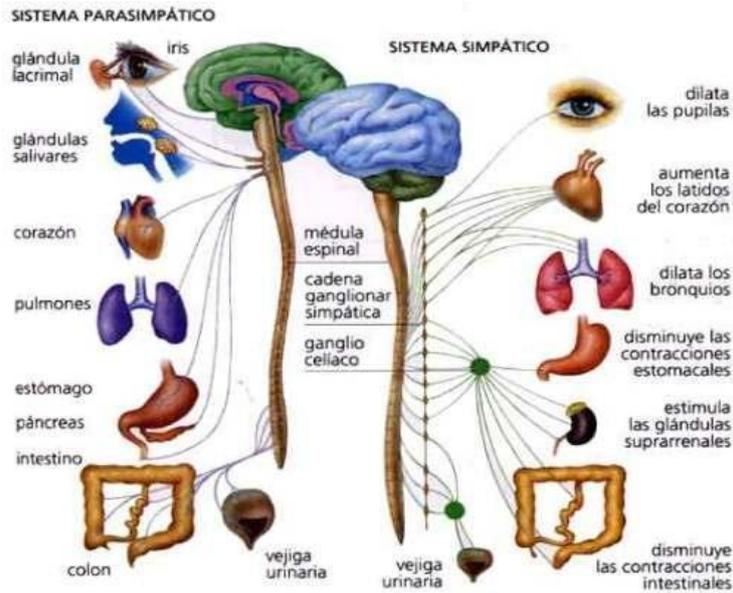


Figura 1. Sistema nervioso simpático y parasimpático

**Movimientos intestinales fundamentales.**

Los **movimientos de segmentación** se producen por la alternancia en distintos segmentos intestinales de contracciones y relajaciones, facilitando la mezcla del quimo con las secreciones intestinales, lo que favorece la digestión. Estos dominan sobre todo en la fase postprandial.

Los **movimientos peristálticos o de propulsión** se producen por contracciones de la región oral o proximal intestinal y relajación de la zona receptiva, que se transmite a lo largo del todo el tubo digestivo facilitando el desplazamiento del quimo en sentido aboral, lo que ayuda a su vez a la absorción y eliminación. Estos dominan sobre todo en la fase de ayunas<sup>(2)</sup> (Figura 2).

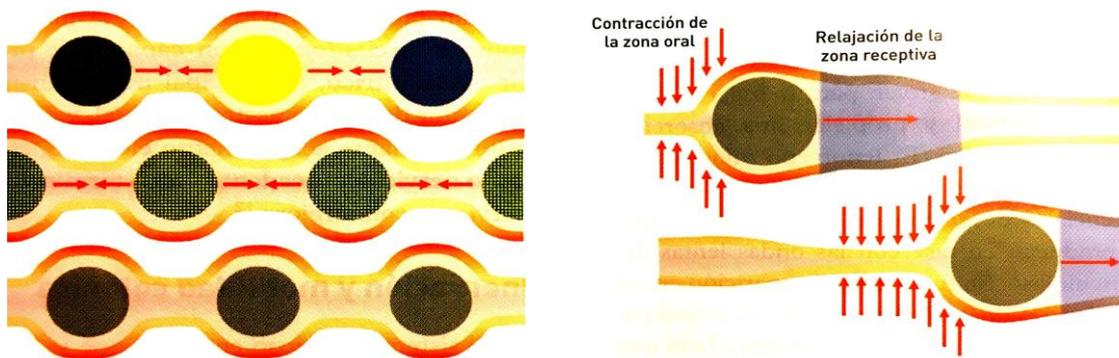


Figura 2. Movimientos de segmentación y movimientos peristálticos de propulsión.

### **Motilidad normal del intestino delgado**

La **fase de ayunas**, también llamada **complejo motor interdigestivo o migratorio**, está presente en cualquier segmento del intestino delgado, estando coordinada con las secreciones intestinales. Aparece durante el periodo de ayunas y está presente tanto durante el día como por la noche, incluso durante el sueño, siendo una constante del intestino delgado del ser humano desde el nacimiento hasta edades muy avanzadas de la vida. Se compone de 4 fases que se van sucediendo de forma ordenada<sup>(3)</sup> (**Tabla 1**).

- 
- **Fase I:** silencio motor (aproximadamente 3 contracciones cada 10 minutos).
  - **Fase II:** contracciones irregulares (es la fase de mayor duración, hasta el 80% de la motilidad del yeyuno).
  - **Fase III:** contracciones regulares rápidas que van desde el duodeno hasta el íleon terminal. Estas contracciones son más rápidas y cortas a nivel proximal y lentas y largas a nivel distal. Elimina el contenido alimentario residual y previene el sobrecrecimiento bacteriano.
  - **Fase IV:** contracciones irregulares que se dan entre la fase III y I.
- 

**Tabla 1.** Fases del complejo motor interdigestivo o migratorio.

La **fase postprandial** se inicia inmediatamente tras la ingesta, suspende la actividad del complejo motor migratorio y dura entre 3 a 10 horas, dependiendo sobre todo más del aporte calórico de la ingesta que de su composición. Esta fase se caracteriza por ondas muy cortas (unos 2 cm de longitud) y a su vez lentas, ya que su función es mezclar y amalgamar el quimo para facilitar su digestión y absorción, aunque a la hora de la ingesta también aparecen intermitentemente otras ondas de mayor longitud y mayor velocidad cuya misión es que progrese el quimo por todo el tubo digestivo<sup>(4)</sup>.

### **1b) Neurofisiología del colon**

Las 3 principales misiones del colon son favorece la absorción de agua y electrolitos, permitir la acción de la microbiota cólica y almacenar, impulsando después, la materia fecal hasta su expulsión por el ano<sup>(5)</sup>.

#### **Inervación**

Hay que destacar que el **sistema nervioso simpático** disminuye sus secreciones y movimientos, mientras que el **sistema nervioso parasimpático** actúa de forma activa en la propulsión fecal aumentando sus secreciones y movimientos. Las **células intersticiales de Cajal** son muy importantes en este correcto funcionamiento y su

misión es doble: actuar de marcapasos y transmitir las señales nerviosas, ya que son el nexo activo entre las fibras musculares y los nervios<sup>(6)</sup>.

### ***Motilidad del colon***

Hay que destacar que los reflejos motores locales dan lugar a los dos movimientos intestinales fundamentales (segmentación y propulsión). Que la motilidad colónica, a diferencia de la intestinal, casi desaparece durante el sueño. Por último, que la ingesta de alimentos favorece la actividad colónica a través del reflejo gastrocólico, siendo su estímulo los mecanorreceptores gástricos y los quimiorreceptores intestinales<sup>(5)</sup>.

### ***Sensibilidad rectal y mecanismos de continencia y defecación***

La distensión rectal produce un gradiente creciente de sensaciones: sensación de ocupación transitoria, de ocupación permanente, de deseo de defecar y por último urgencia molesta e intolerable. Esta se manifiesta por un reflejo rectoanal inhibitorio creciente en su duración siendo finalmente durante la urgencia defecatoria permanente<sup>(7)</sup>.

La continencia se mantiene gracias a una contracción tónica del esfínter anal interno regulada por estímulos miogénicos e intrínsecos no relacionados con la voluntad y la contracción también tónica del esfínter anal externo y músculo puborrectal regulada por mecanismo centrales voluntarios e involuntarios (por ejemplo, durante la tos).

La defecación es un acto coordinado en el que intervienen movimientos propulsivos del colon y la inhibición de la actividad motora anorrectal, estando regulada por el sistema nervioso entérico, autónomo, somático y central<sup>(8)</sup>.

### **Bibliografía**

- 1) Kunze WA, Furness JB. The enteric nervous system and regulation of intestinal motility. *Annu Rev Physiol* 1996; 61: 117-42.
- 2) Accarino A, Plaza MA. Función motora del intestino delgado. *Tratado de Neurogastroenterología y Motilidad Digestiva*. Ed Panamericana, Madrid 2014, Tomo I: 128-37.
- 3) Read NW, Al-Janabi MN, Edwards CA, Barber DC. Relationship between postprandial motor activity in the human small intestine and the gastrointestinal transit of food. *Gastroenterology* 1984; 86(4): 721-7.

- 4) Husebye E. The patterns of small bowel motility: physiology and implications in organic disease and functional disorders. *Neurogastroenterol Mot* 1999; 11: 141-61.
- 5) Martín-Cano FE, Mínguez M. Función motora colónica y rectoanal. *Tratado de Neurogastroenterología y Motilidad Digestiva*. Ed Panamericana, Madrid 2014, Tomo I: 138-47.
- 6) Kamuro T. Structure and organization of interstitial cells of Cajal in the gastrointestinal tract. *J Physiol* 2006, 576: 653-8.
- 7) Brookes SJ, Dinning PG, Gladman MA. Neuroanatomy and physiology of colorectal function and defecation: from basic science to human clinical studies. *Neurogastroenterol Motil* 2009; 21(S2): 9-19.
- 8) Bampton PA, Dinning PG, Kennedy M, Lubowski DZ, de Carle DJ, Cook IJ. Spatial and temporal organization of pressure patterns throughout the unprepared colon during spontaneous defecation. *Am J Gastrointest Liver Physiol* 2001; 280: 629-39.

## 2) TIEMPO DE TRÁNSITO COLÓNICO CON MARCADORES RADIOPACOS: ¡Un test funcional y no solo prueba radiológica!

### Introducción

Consiste en el cálculo indirecto, a través de trazadores radiopacos y radiografías simples de abdomen, del tiempo que tarda en recorrer el colon el bolo fecal, tanto de forma global como en cada uno de sus segmentos.

Esta exploración es considerada hoy en día como la prueba con mayor valor en la medición de la motilidad colónica en los pacientes con estreñimiento crónico, teniendo no solo implicaciones diagnósticas sino también terapéuticas, ya que nos puede ayudar a planificar el tratamiento<sup>(1)</sup>.

### ¿Qué material necesito?

Es una técnica sencilla, barata y al alcance de cualquier centro, por lo que no debería faltar en ninguna unidad de pruebas funcionales digestivas<sup>(1)</sup>.

**Los marcadores radiopacos** son partículas sólidas radiopacas que pueden estar construidas en diversos materiales y pueden tener varias formas o tamaños. Se pueden adquirir fácilmente en formato ya comercializado (en España Albyn Medical) o bien se pueden fabricar cortando en segmentos de 1-2 mm sondas nasogástricas o de alimentación enteral radiopacas. Este material se introduce en cápsulas para facilitar su administración, generalmente 10 marcas por cada una de ellas.

Las **radiografías de abdomen** se pueden realizar en cualquier centro que disponga de un telemando y se realizaran en decúbito supino.

### ¿Cómo se realiza? Técnica e interpretación.

En 1998 el Grupo Español de Motilidad Digestiva realizó en nuestro país un estudio multicéntrico en el que participaron 18 hospitales y en el que se reclutaron 192 voluntarios sanos, por lo que disponemos desde entonces de los valores normales en nuestro medio, siendo especialmente significativas las diferencias entre sexos y no en función de la edad (**Tabla 1**)<sup>(2)</sup>.

	C DCHO	C IZDO	RECTOSIGMA	TOTAL
HOMBRE	<22,1	<30,5	<31,1	<64,4
MUJER	<27,6	<43	<42,6	<92,5

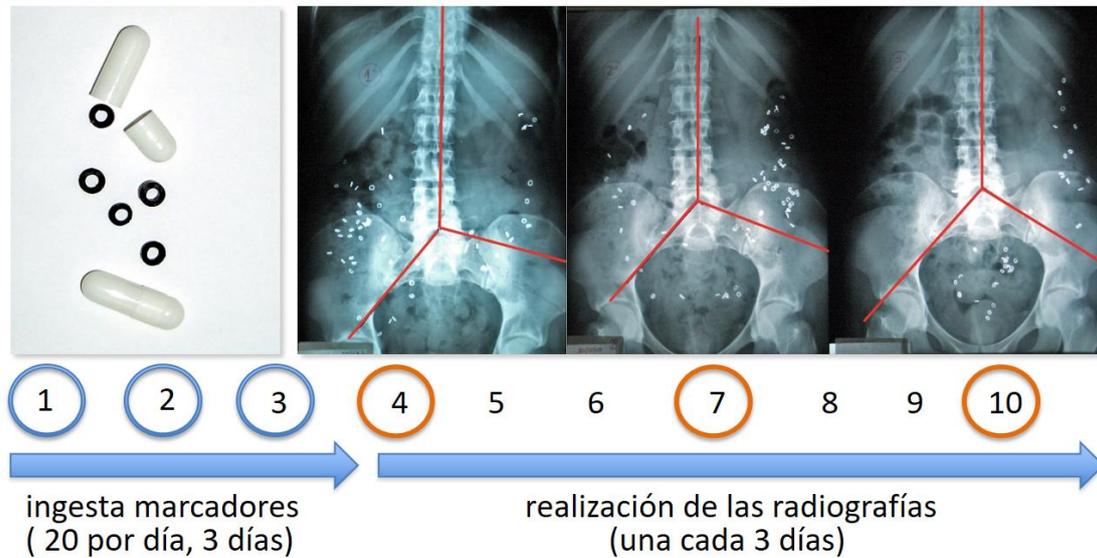
**Tabla 1.** Valores P95 del tiempo de tránsito colónico en la población española.

El estudio usa el método ya descrito en 1969 por Hinton *et al*<sup>(3)</sup>, modificado en 1981 por Aranh *et al*<sup>(4)</sup> y en 1987 por Metcalf *et al*<sup>(5)</sup>.

Se realiza durante 10 días, Desde 24 horas antes de iniciado el estudio hasta su finalización, el paciente no podrá tomar laxantes ni medicación que altere la motilidad colónica, aunque si podrá tomar dieta y actividad física normal.

Técnicamente consiste en la administración de 20 marcadores radiopacos por día durante los 3 primeros días (un total de 60 marcadores) y realización posterior de una radiografía simple de abdomen en decúbito al 4º, 7º y 10º día, pudiéndose evitar la última radiografía si en la segunda radiografía hay menos de 5 marcadores.

Estudia el tránsito colónico global y segmentario, dividiendo la radiografía en tres segmentos diferenciados: colon derecho, colon izquierdo y rectosigma. Para ello se divide la radiografía mediante tres líneas trazadas desde el centro de la 5ª vértebra lumbar, una siguiendo las apófisis espinosas de las demás vértebras, otra alcanzando la salida pélvica en su lado derecho y otra alcanzando la espina ilíaca antero-superior izquierda. Para calcular el tiempo de tránsito colónico se multiplican el total de marcadores por 1,2, constante que se obtiene de dividir 72 entre 60, es decir las horas transcurridas entre cada una de las radiografías y el número total de marcadores administrados (**Figura 1**).

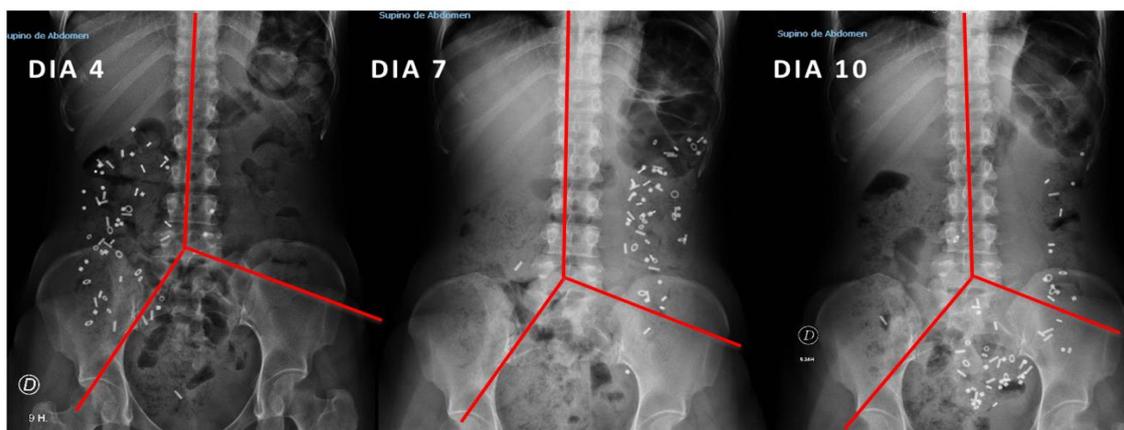


**Figura 1.** Método de estudio: 20 marcadores 1º, 2º y 3º día y radiografía 4º, 7 y 10º día.

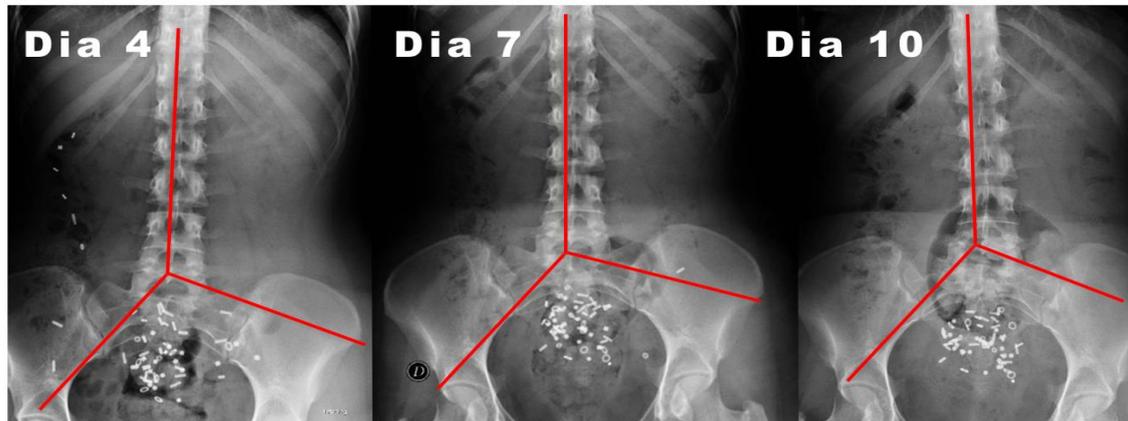
### Indicaciones

El estudio solo estará indicado en el estreñimiento crónico o pero no en la diarrea o sospecha de tránsito colónico rápido, ya que en este no se han estandarizado los valores<sup>(6)</sup>.

Los hallazgos de la exploración si nos permite distinguir pacientes con tránsito enlentecido que los que no lo tienen, así como distinguir cuando el estreñimiento es por tránsito colónico lento o inercia colónica (acumulo de marcadores en todo el colon, **Figura 2**) o cuando el estreñimiento es por obstrucción a la salida pélvica o disinergia defecatoria (acumulo de marcadores en rectosigma, **Figura 3**)<sup>(7)</sup>.



**Figura 2.** Inercia colónica (tránsito generalizado muy lento con marcado acumulo de marcadores en todos los segmentos colónicos)



**Figura 3.** Disinergia defecatoria (acúmulo de marcadores solo en el segmento rectosigmoideo, siendo solo a este nivel el tránsito llamativamente lento).

### Bibliografía

- 1) Moreno-Osset E, Delgado-Aros S. Tiempo de tránsito colónico. Tratado de Neurogastroenterología y Motilidad Digestiva. Ed Panamericana, Madrid 2014, Tomo III: 183-94.
- 2) Grupo Español para el Estudio de la Motilidad Digestiva. Medida del tiempo de tránsito colónico (total y segmentario) con marcadores radioopacos. Valores de referencia nocional obtenidos en 192 sujetos sanos. Gastroenterol Hepatol 1998; 21: 71-5.
- 3) Hinton JM, Lennard-Jones JE, Young AC. A new method for studying gut transit times using radioopaque markers. Gut 1969; 10: 824-7.
- 4) Arhan P, Devroede G, Jehannin B et al. Segmental colonic transit time. Dis Colon Rectum 1981; 24: 625-9.
- 5) Metcalf AM, Phillips SF, Zinsmeister AR, MacCarty RL, Beart RW, Wolff BG. Simplified assessment of segmental colonic transit. Gastroenterology 1987; 92: 40-7.
- 6) Szarka LA, Camilleri M. Methods for the assessment of small-boel and colonic transit. Semin Nucl Med 2012;42: 113-23.
- 7) Nullens S, Nelsen T, Camilleri M, Burton D, Eckert D, Iturrino J, Vazquez-Roque M, Zinsmeister AR. Regional colon transit in patients with dysinergic defaecation or slow transit in patients with constipation. Gut 2012; 61(8): 1132-9.

### **3) TEST DE HIDRÓGENO ESPIRADO: ¡Un test funcional y no solo una prueba de laboratorio!**

#### **Introducción**

En condiciones normales no se produce Hidrógeno en el intestino. Sin embargo, cuando los hidratos de carbono se ponen en contacto con las bacterias intestinales, bien en intestino delgado en caso de sobre crecimiento bacteriano, bien en colon en caso de malabsorción intestinal, son sometidos a un proceso de fermentación, incrementándose en el interior de luz intestinal el contenido de agua, ácido láctico, ácidos grasos y gases como el hidrógeno, metano y dióxido de carbono. Estos últimos al difundir fácilmente a la sangre, son fácilmente medibles a través del aire espirado<sup>(1,2)</sup>.

#### **Valor diagnóstico, ámbito de realización y principales usos**

Se trata de un test funcional y no una mera prueba de laboratorio, y tiene valor:

- Cuantitativo: ya que mide el grado de malabsorción hidrocarbonada a través de la cantidad de productos de degradación bacteriana (gas hidrógeno) que se elimina por el aire.
- Cualitativo: ya que evalúa la intolerancia, que son los síntomas relacionados con la malabsorción hidrocarbonada correlacionándolos en el tiempo con los incrementos de hidrógeno en el aire espirado.

El uso de este test es fundamentalmente ambulatorio, siendo sus indicaciones:

- Estudio de intolerancia a lactosa.
- Estudio de intolerancia a fructosa y sorbitol.
- Estudio de cualquier otra intolerancia hidrocarbonada (sacarosa, maltosa, trehalosa, etc).
- Estudio de malabsorción intestinal.
- Estudio de sobre crecimiento bacteriano en intestino delgado.
- Estudio del tiempo de tránsito orocecal.

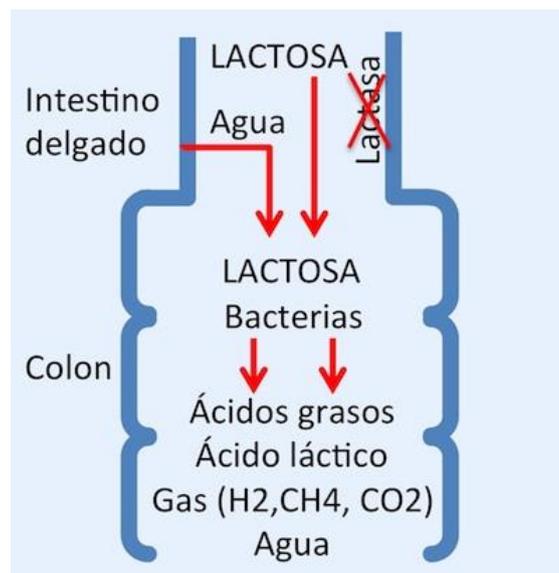
### Intolerancia a lactosa

En los humanos el déficit de lactasa comienza con el destete y suele iniciarse a los 2-3 años de vida, alcanzando su máximo a los 5-10 años de vida. Sin embargo, según las distintas regiones del mundo la prevalencia es muy distinta, debido sobre todo a factores raciales. Así puede llegar a ser del 80-90% en la raza africana, asiática, australiana y latinoamericanos; 60-70% latinos, árabes y judíos; 30-40% en nuestro país; 10-15% nórdicos europeos y norteamericanos<sup>(3)</sup>.

La malabsorción de lactosa puede ser primaria o secundaria (a cualquier proceso infeccioso o inflamatorio de intestino delgado).

La fermentación bacteriana del colon produce gas, ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta, y por osmosis arrastra agua (Figura 1).

Los síntomas son: meteorismo, borborigmos, dolor abdominal y diarrea.



**Figura 1.** Intolerancia a la lactosa. Mecanismo por el que se produce la malabsorción y síntomas de intolerancia.

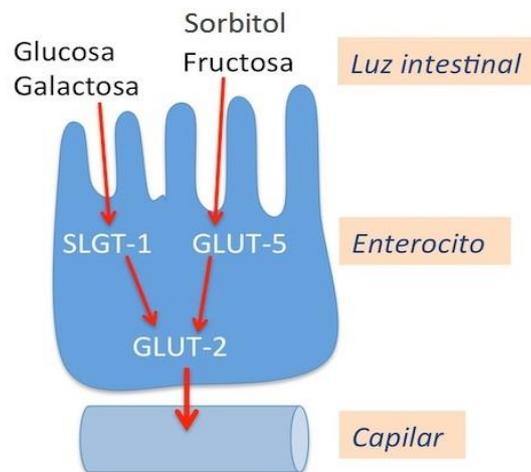
### Intolerancia a fructosa y sorbitol.

Su prevalencia no está plenamente establecida, pero podría ser superior a la de la lactosa, sobre todo si se combinan ambos azúcares.

La malabsorción de fructosa puede ser primaria o secundaria, y se produce por un déficit del transportador específico para este azúcar que existe en el borde en cepillo del enterocito. Esta nada tiene que ver con la fructosemia, una enfermedad congénita

no malabsortiva que se produce por una alteración del metabolismo hepático de la fructosa.

El sorbitol es un alcohol azúcar muy edulcorante y escasamente calórico, que suele combinarse con la fructosa de forma natural en algunas frutas, zumos y vegetales, y de forma artificial en los zumos comerciales, dietas para diabéticos, dietas de adelgazamiento y chicles sin azúcar o caramelos. Por este motivo estas dos intolerancias se suelen estudiar de forma combinada ya que ambos azúcares se absorben gracias al mismo transportador (GLUT-5 y GLUT-2) y juntos se interfieren en su absorción. Sin embargo la combinación de fructosa o sorbitol con otros azúcares como la glucosa facilita su transporte y absorción (**Figura 2**)<sup>(4)</sup>.



**Figura 2.** Mecanismo de absorción de la fructosa y sorbitol. Se necesita la presencia de proteína GLUT-5 en el borde en cepillo de la luz intestinal, pero también es necesario que esté activa la proteína GLUT-2 de la zona basal, ya que el mecanismo de absorción es facilitado y por ósmosis. La glucosa y galactosa estimulan la GLUT-2, por eso cuando se toma sacarosa o lactosa, disacáridos compuestos por fructosa-glucosa y galactosa- glucosa respectivamente, se facilita su transporte. El sorbitol se absorbe por el mismo mecanismo que la fructosa, por eso la presencia de ambos en la luz intestinal disminuye su absorción por interferencia en el transporte<sup>(4)</sup>.

Los síntomas de intolerancia son: meteorismo, borborigmos, dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos, cefalea, etc<sup>(5)</sup>.

### **Malabsorción intestinal y malabsorción de D-Xilosa**

La D-xilosa es un azúcar artificial. Su absorción solo está alterada en las enteropatías y refleja fielmente el grado de transporte activo de la mucosa intestinal, por lo que se usa solo como marcador de malabsorción intestinal.

***Sobre crecimiento bacteriano en intestino delgado***

El estómago es un órgano con escasos gérmenes. El intestino delgado, sobre todo el duodeno y yeyuno, son órganos de transición al colon, generalmente estériles o con escasa flora bacteriana, generalmente GRAM+. En el íleon dominan los GRAM-, pero tiene también escaso contenido bacteriano. El colon es un órgano muy rico en bacterias, sobre todo anaerobios.

El sobre crecimiento bacteriano en intestino delgado aparece en: la hipoclorhidria, trastornos de la motilidad intestinal, insuficiencia de la válvula ileocecal, déficit de IgA, enfermedad diverticular del intestino delgado, alteraciones del moco intestinal, alteraciones de la integridad de la mucosa y el desequilibrio bacteriano ocasionado entre otros por el uso de antibióticos de amplio espectro o gastroenteritis<sup>(6)</sup>.

Sus síntomas son: dolor abdominal, meteorismo, borborigmos y en casos más graves aparece diarrea y malabsorción con pérdida de peso, ferropenia, déficit de VB12 etc.

En el estudio del sobre crecimiento bacteriano se puede usar cualquier azúcar, pero el estudio es más específico con el uso de la Glucosa, ya que esta se absorbe por mecanismo pasivo y de forma muy rápida en el intestino delgado, no llegando en condiciones normales al colon. En el sobre crecimiento bacteriano se produce una fermentación de la glucosa en el intestino delgado, produciéndose un pico de hidrógeno generalmente precoz (a los 15 o 30 minutos)<sup>(7)</sup>.

En diabéticos usaremos lactulosa o el lactitol, ambos son azúcares no absorbibles, que típicamente producen un pico de hidrógeno más pequeño pero muy precoz (15-30 minutos) que corresponde al intestino delgado y otro más grande pero tardío (60-90 minutos) que corresponde al colon<sup>(8,9)</sup>.

***Tiempo de tránsito orocecal***

Se mide mediante lactitol o lactulosa y se manifiesta como un pico de hidrógeno tardío (60 a 90 minutos) que refleja la llegada al ciego del azúcar no absorbible<sup>(10)</sup>.

**Protocolo para su realización. Preparación previa**

***En la consulta. Rellenar y entregar hoja de petición del estudio. ¿Qué debe hacer el Médico solicitante del estudio?***

- Debe rellenar todos los datos de filiación.
- Hay que indicar claramente que tipo/s de test se solicita/n.

- Incluirá en el apartado correspondiente un breve resumen clínico (importante para una correcta interpretación posterior del test).
- Se le informará verbalmente al paciente de la exploración que se le solicita, de cómo debe ir preparado, del tiempo de duración de la exploración y de las posibles molestias que pueden surgir durante esta.
- También se le indicará que debe leer toda la información que se facilita en la hoja de petición y que finalmente debe firmar un consentimiento informado.

***Cita previa. ¿Cómo citar? y ¿Qué información se debe dar al paciente?***

- Se dará una cita en días diferentes por cada uno de los test solicitados (no se pueden realizar dos test de absorción el mismo día salvo la fructosa y sorbitol que se realizaran a ser posibles juntos).
- Se le indicará claramente al paciente que debe de leerse la información escrita que se adjunta en la hoja de petición clínica y que es obligatorio llevar el día de la cita la hoja de petición que se le ha entregado con el consentimiento informado debidamente firmado.

***¿Cómo debe ir el paciente preparado?***

- Dieta pobre en fibra, legumbres, lácteos y FODMAP's el día anterior.
- El día del test en ayunas de al menos 8 horas (deseable 12 horas), incluyendo el no masticar chicles ni caramelos, aunque si se puede tomar agua.
- No puede fumar 8 horas antes
- No puede hacer ejercicio físico intenso 8 horas antes.
- Debe cepillarse los dientes antes pero no ingerir pasta dental (tiene sorbitol).
- No debe haber tomado antibióticos ni preparaciones del colon para colonoscopia 14 días antes (reduce la microbiota intestinal y por tanto puede dar falsos negativos).<sup>(8)</sup>

***Como se realiza el test y cuánto dura. Interpretación.***

Se administrará el sustrato azúcar disuelto en unos 300-400 ml de agua. Las dosis de este se deben de ajustar al peso del paciente si estamos en edad pediátrica, tomándose muestras a intervalos establecidos según lo que se desee medir.

En la **Tabla 1** se recogen estos datos, así como los incrementos considerados positivos en cualquier momento del estudio para los distintos sustratos.

Sustrato	Gr/Kgr	Máx Gr	Toma de muestras	Positivo
Lactosa	2	50	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm
Fructosa	1	25	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm
Sorbitol	0,2	5	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm
Fructosa/Sorbitol	1/0,2	25/5	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm
Sacarosa	1	25	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm
Trehalosa	1	25	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm
Lactitol/Lactulosa	0,6	15	Basal, 15', 30',45',60', 90', 120' **	$\Delta \geq 12$ ppm
Glucosa	1	50	Basal, 15', 30',45',60', 90'	$\Delta \geq 12$ ppm
D-Xilosa	2	50	Basal, 30', 60',90', 120' *	$\Delta \geq 20$ ppm

\*Tomar nuevas muestras cada 15 minutos si existe incrementos de >5 ppm entre los 90 y 120 '.

\*\* Tomar nuevas muestras cada 15 minutos hasta incremento >12 ppm o cumplir 3 horas

**Tabla 1.** Sustratos, dosis, intervalos de muestras e incrementos de H2 espirado, respecto al valor basal o valor más bajo intermedio, considerados positivos.

En todos los casos se tomará nota de los síntomas que presenta el paciente y cuando aparecen, para establecer posteriormente su correlación con los incrementos de H2 en el aire espirado.

### Complicaciones y contraindicaciones

No presenta complicaciones graves<sup>(11)</sup>.

El paciente no obstante debe de ser advertido de que puede presentar náuseas, distensión y dolor abdominal, meteorismo, borborigmos o diarrea (en cualquier caso, síntomas similares por los cuales se está estudiando) y que suelen ceder en poco tiempo (máximo 4 o 5 horas).

No existen contraindicaciones por enfermedad previa, edad o embarazo.

### Limitaciones del test de Hidrógeno espirado

Estas pruebas indudablemente son muy útiles para valorar a pacientes con síntomas intestinales persistentes que no mejoran o tienen una difícil interpretación por el resto de exploraciones complementarias habituales; esto ha hecho que en los últimos años se haya extendido su uso. No obstante no se puede generalizar su utilización sin unas

indicaciones concretas ya que la tendencia es a sobreestimar los resultados, tanto de sobre crecimiento bacteriano como de intolerancia hidrocarbonada, lo que a veces se comprueba con una no normalización de los síntomas ni una mejoría suficiente pesar de tratamiento o dietas adecuadas<sup>(11)</sup>.

### ¿Qué hacer una vez realizado el test?

- Dar informe con resultados al paciente para presentarlo en la consulta que lo solicito o en su caso remitir al médico solicitante más tarde, si no se puede realizar el informe en el mismo acto. Incluirá: datos de filiación, fecha de realización, tipo de test realizado, protocolo seguido, valores de H<sub>2</sub> desglosados por tiempos, juicio diagnóstico, aparición o no de síntomas, cuales son estos, cuando aparecen y si es posible su intensidad, además de entrega o no de dieta y otras observaciones que se consideren oportunas.
- Dar en caso necesario dieta o tratamiento para evaluar clínicamente cuando acuda a la consulta solicitante a entrega de resultados (**Anexos 2 y 3**).

### Cuestionario de Calidad de vida específico para el Síndrome de Intestino Irritable (IBSQOL)

Dados que los síntomas que producen la intolerancia a azúcares y síndrome de sobre crecimiento bacteriano en intestino delgado son muy similares a los del síndrome de intestino irritable, a falta de un cuestionario específico el IBSQOL<sup>(12)</sup> podría ser perfectamente adaptable a estos pacientes valorando los síntomas y su relación con la calidad de vida antes y después de la dieta (en la intolerancia a azúcares) o el tratamiento antibiótico (en el sobre crecimiento bacteriano).

### Otros parámetros a tener en cuenta

Parece aconsejable una valoración a las 4-6 semanas del seguimiento de la dieta por parte del paciente en el caso de intolerancia a azúcares. Se controlará si existe o no mejoría de los síntomas y valoración de si el paciente es capaz de seguir bien la dieta, resolver todas las dudas que pueda tener respecto a esta, etc.

## Bibliografía

- 1) Vazquez Carrasco MA, Valor de las pruebas del aliento en patología digestiva: Test de hidrógeno espirado (I). *Gastrum*. 1998; 148: 7-28.
- 2) Vazquez Carrasco MA, Valor de las pruebas del aliento en patología digestiva: Test de hidrógeno espirado (II). *Gastrum*. 1998; 149: 7-30.
- 3) Misselwitz B, Pohl D, Frühauf H, Fried M, Varvricka SR, Fox M. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *Unites European Gastroenterol J*, 2013; 1(3): 151-9.
- 4) Gibson P. R. Newnham E. Barrett J. S. Shepherd S. J., Muir J. G. Review article: Fructose malabsorption and the bigger picture. *Aliment Pharmacol Ther*. 2007;25: 349-63.
- 5) Perman JA. Digestion and absorption of fruit juice carbohydrates. *J Am Coll Nutr*. 1996 Oct; 15 (5 Suppl): 12S-17S.
- 6) Dukowicz AC, Lacy BE, Levine GM. Small intestinal bacterial overgrowth: a comprehensive review. *Gastroenterol Hepatol (NY)* 2007; 3(2): 112–22.
- 7) Rana SV, Malik A. Hydrogen Breath Tests in Gastrointestinal Diseases. *Indian j Clin Biochem* 2014; 29(4): 398–405.
- 8) Romagnuolo MD, Schiller D, Bailey RJ. Using breath test wisely in a gastroenterology practice: an evidence-based review of indications and pitfalls in interpretation. *Am J Gastroenterol*. 2002; 97(5): 1113-26.
- 9) Rana SV, Bhardwaj SB. Small intestinal bacterial overgrowth. *Scand J Gastroenterol*. 2008; 43(9): 1030-7.
- 10) Casellas F, Mlagelada J. Influence of substrate on the reproducibility of the hydrogen breath test to measure the orocecal transit time. *Digestion* 1998; 59(6): 696-702.
- 11) Simrén M, Stotzer PO. Use and abuse of hydrogen breath tests. *Gut*. 2006; 55(3): 297-303.
- 12) Badía X, Herdman M, Mearin F, Pérez I. Adaptación al español del cuestionario IBSQOL para la medición de la calidad de vida en pacientes con síndrome del intestino irritable. *Rev Esp Enf Dig* 2000; 92: 637-43.

## **ANEXO 1. DIETA POBRE EN LACTOSA**

### **¿QUÉ ES LA INTOLERANCIA A LA LACTOSA?**

La lactosa es el principal azúcar que lleva la leche y sus derivados. La intolerancia a la lactosa se produce por el déficit de lactasa, una sustancia del intestino delgado cuya misión es ayudar a la absorción de la lactosa. Cuando existe un déficit de esta sustancia, la lactosa no absorbida pasa al colon, dónde las bacterias la descomponen formando ácidos, agua y gas, que son los responsables de los síntomas: flatulencia, dolor abdominal, movimientos intestinales, diarrea, etc.

Los déficits de lactasa pueden ser permanente o transitorio (este último provocado por enfermedades inflamatorias o infecciosas). También puede ser parcial o total. Por tanto, cada paciente tiene un déficit diferente, siendo este el motivo por el que se debe individualizar la dieta según las circunstancias de cada uno.

### **RECOMENDACIONES PARA REALIZAR UNA DIETA SIN LACTOSA INDIVIDUALIZADA:**

Se debe iniciar con una dieta estricta sin lactosa al menos 10 días y si la respuesta clínica es positiva (es decir mejoran los síntomas), puede aumentarse gradualmente la cantidad de lactosa en función del nivel de tolerancia de cada uno. En principio se pueden introducir los alimentos muy bajos en lactosa como quesos curados, después el yogurt y quesos semicurados, después quesos frescos y finalmente leche (teniendo en cuenta que no influye si esta es desnatada o entera). Lo importante es buscar la tolerancia individual.

Además, si reparten los alimentos que contienen lactosa en pequeñas tomas a lo largo del día, acompañándolos de otros alimentos, la cantidad de lactosa tolerada es mayor.

En cualquier caso, dado que la leche es la principal fuente de calcio de nuestra dieta, es importante asegurarse un buen aporte de éste (en la siguiente página puede encontrar más información al respecto).

### **LISTA DE ALIMENTOS CON LACTOSA:**

- Leche entera, semidesnatada o desnatada de vaca, cabra, oveja, materna, etc. Tampoco es apta la leche en polvo y condensada. (Se aconseja usar solo leche sin lactosa, de soja o almendras).
- Batidos de leche o zumos con leche.
- Queso fresco, semicurado y de untar (el queso curado se tolera bien).

- Yogurt (contiene poca lactosa, pero el fabricante le añade, aconsejándose tomarlo sin lactosa)
- Postres lácteos (salvo que se especifiquen sin lactosa)
- Salsas de leche (sobre todo bechamel o mayonesa de leche).
- Helados y productos de bollería con base de leche.
- Pueden contener lactosa, pero no se suele aconsejar su retirada por ser la cantidad mínima: embutidos, mantequillas, caramelos, medicamentos, pan de molde, etc.

### **OTRAS RECOMENDACIONES: EL CALCIO**

Los lácteos son ricos en calcio y además se ha demostrado que la lactosa favorece la absorción de éste, por lo que se deben restringir solo los alimentos más ricos en lactosa y siempre siguiendo una dieta individualizada según la tolerancia individual de cada uno.

Alimentos ricos en calcio son también: acelga, espinaca, cebolla, puerro, col, judía, garbanzo, lenteja, aceituna, pescado, marisco, huevo, cacahuete, pistacho, nuez, chocolate, etc.

Puede ser aconsejable, pero siempre bajo supervisión médica, el uso de suplementos de calcio y vitamina D, siendo posiblemente necesario algún medicamento más si tiene la menopausia.

### **USO DE LACTASA: ENZIMA QUE DIGIERE LA LACTOSA**

Si no puede evitar la ingesta de lactosa (comidas fuera de casa o alimentos precocinados en casa) o simplemente desea tomar lactosa, puede usar Lactasa en cápsulas.

Una cápsula de Lactasa tiene suficiente enzima lactasa como para digerir unos 10 a 15 gramos de lactosa (unos 250 ml de leche, 400 gr de queso fresco, 250 gramos de yogurt, 150 gr de leche condensada, 200 gramos de arroz con leche, 150 gramos de crema de leche o 30 gramos de leche en polvo).

Las cápsulas necesarias se deben tomar junto con el alimento que contenga la lactosa.

*(Dieta gentileza de: [www.funcionales.es](http://www.funcionales.es) ©)*

## ANEXO II DIETA POBRE EN FRUCTOSA-SORBITOL

### ¿QUÉ ES LA INTOLERANCIA A LA FRUCTOSA Y SORBITOL?

La **fructosa** es el principal azúcar de la fruta, algunas verduras y la miel.

El **sorbitol** (aditivo E-420) es un alcohol-azúcar o poliol que está de forma natural en determinadas frutas y se usa como edulcorante, siendo importantes sus cantidades en productos comerciales como son zumos, chicles y caramelos sin azúcar, medicamentos (sobre todo jarabes), bollería, productos dietéticos para diabéticos y celíacos, así como en dietas de adelgazamiento.

La **sacarosa** (azúcar común) es una mezcla estable de fructosa y glucosa, y se absorbe de forma independiente a la fructosa y sorbitol.

Los **fructanos** (también llamados **inulina**) son oligosacáridos de 2-10 moléculas de fructosa y su absorción también es independiente a la de la fructosa y sorbitol.

Tanto la fructosa como el sorbitol con frecuencia van juntos en los alimentos, lo que crea mayor intolerancia que cuando se toman en las mismas cantidades por separado. Sin embargo, la mezcla con otros azúcares, como glucosa o sacarosa hace que mejore su absorción. Por tanto, a la hora de hacer una dieta hay que tener en cuenta solo si existe sorbitol y si existe exceso de fructosa.

La intolerancia a la fructosa y sorbitol se produce por un déficit en la mucosa intestinal de la proteína transportadora que permite su absorción en el intestino delgado, por lo que el exceso de azúcares no asimilados pasa al colon, donde las bacterias la descomponen formando ácidos, gas y agua, que son los que producen síntomas (gases, dolor/distensión abdominal, diarrea, etc).

La **intolerancia a la fructosa nada tiene que ver con la fructosemia**, una enfermedad grave y hereditaria, en la que no existe una alteración de la absorción intestinal sino de la metabolización hepática y en la que la dieta si será muy estricta.

La intolerancia puede ser permanente (lo más frecuente) o transitoria (generalmente provocados por enfermedades inflamatorias o infecciosas del intestino delgado). También puede ser parcial o total. Por tanto, cada paciente tiene un déficit y tolerancia diferentes, siendo este el motivo por el que se debe individualizar la dieta.

### RECOMENDACIONES UNA DIETA INDIVIDUALIZADA:

Se debe iniciar con una dieta estricta sin fructosa ni sorbitol al menos 10 días y si mejoran los síntomas puede aumentarse gradualmente la cantidad de fructosa y sorbitol en función del nivel de tolerancia de cada uno. Lo importante es ir buscando la

tolerancia individual. Además, si se reparten los alimentos que contienen fructosa y sorbitol en pequeñas tomas a lo largo del día, acompañándolos de otros alimentos, se toleran también mejor. La adición de otros azúcares como sacarosa o glucosa también mejora la tolerancia, ya que facilitan su absorción intestinal.

Hay que tener en cuenta que no hace falta restringir la sacarosa (azúcar común). Esta medida, junto a dieta estricta sin fructosa-sorbitol, solo es útil en la fructosemia.

Tampoco es necesario reducir los fructanos (inulina), ya que la intolerancia a éstos nada tiene que ver con la intolerancia a la fructosa-sorbitol, ni tampoco es necesario suspender la ingesta de todos los polioles o alcohol-azúcares. No obstante, como ya se ha demostrado en diversos estudios, en pacientes con intestino irritable si puede ser eficaz la reducción de fructanos, galactanos y otros polioles (dieta baja en FODMAPs), pero siempre bajo supervisión médica ya que puede ser muy carencial. Son muy ricos en fructanos: el ajo, cebolla, achicoria, alcachofa, hinojo, puerro, esparrago, ágave, trigo, centeno, remolacha, brócoli, col y coliflor. Son muy ricos en galactanos: las legumbres, soja y coles. Son polioles: el manitol, xilitol y maltitol.

#### LISTA DE ALIMENTOS CON EXCESO DE FRUCTOSA Y/O SORBITOL

- Frutas “prohibidas” (por contener fructosa y sorbitol) son la **pera, manzana, ciruela, cereza, melocotón y otros duraznos (nectarinas, paraguayos, etc.)**. Si no hay mejoría se puede reducir el consumo de **sandía, melón, mango, granada, higos y uva** (tienen solo un ligero exceso de fructosa pero no contienen sorbitol). El resto de frutas se pueden consumir con tranquilidad.
- **Miel de abeja** (80% del total de sus azúcares son fructosa). La **miel de caña o melaza** se tolera mejor (solo un 20% de sus azúcares son fructosa)
- **Mermeladas, dulces de membrillo y frutas pasas**, desecadas o escarchadas (sobre todo ciruelas desecadas, uvas pasas y orejones)
- **Zumos naturales y comerciales de pera, manzana, ciruela y melocotón**. Puede estar además añadido en **zumos comerciales de otras frutas**.
- **Chocolates y turrones** (se les añade con cierta frecuencia fructosa).
- **Galletas, algunos productos de bollería industrial y algunos helados**.
- **Chicles, gominolas y algunos caramelos**.
- **Medicamentos, sobre todo jarabe o solución líquida** (indicar al médico para que a ser posible sean sustituidos). La pasta dental también tiene sorbitol.
- **Licores de frutas, jarabes de maíz y siropes**.



- Todos los **alimentos con E420** (sorbitol y jarabe de sorbitol).

*(Dieta gentileza de: [www.funcionales.es](http://www.funcionales.es)©)*