REVISIÓN TEMÁTICA

MALABSORCIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO. INTERPRETACIÓN DEL TEST DE ALIENTO.

Carbohydrate malabsorption. Interpretation of the breath test.

López Vega MC, Méndez Sánchez IM

HOSPITAL UNIVERSITARIO COSTA DEL SOL. SERVICIO DE APARATO DIGESTIVO. MÁLAGA.

Resumen

La malabsorción de carbohidratos, especialmente de lactosa y fructosa, es una condición frecuente en la práctica clínica. El diagnóstico preciso es fundamental para evitar restricciones dietéticas innecesarias que puedan comprometer la salud ósea y cardiovascular. El test de aliento con determinación de hidrógeno (H_2) y metano (CH_4) se consolida como la técnica de elección por su carácter no invasivo y alta sensibilidad. En esta revisión nos centraremos en la malabsorción de lactosa y fructosa puesto que son las más frecuentes.

Palabras clave: malabsorcion carbohidratos, test aliento.

Abstract

Carbohydrate malabsorption, especially of lactose and fructose, is a common condition in clinical practice. Accurate diagnosis is essential to avoid unnecessary dietary restrictions that could compromise bone and cardiovascular health. The breath test with hydrogen (H_2) and methane (CH_4) determination is becoming the preferred technique due to its non-invasive nature and high sensitivity. In this review, we will focus on lactose and fructose malabsorption, as these are the most frequent types.

Keywords: carbohydrate malabsorption, breath test.

Malabsorción de Lactosa

La lactosa es un disacárido compuesto por galactosa y glucosa, unidos por un enlace β-1,4-glucosídico. Es el azúcar primordial en la leche de mamíferos y se utiliza ampliamente como aditivo en la industria alimentaria (embutidos, salsas, medicamentos, etc.)[1]. Además de aportar energía, facilita la absorción de calcio y promueve una microbiota bifidogénica[2].

La hidrólisis de la lactosa depende de la lactasa, una enzima disacaridasa localizada en el borde en cepillo del enterocito, codificada por el gen LCT (cromosoma 2). Su actividad es máxima en el yeyuno, siendo inexistente en el colon y en el estómago. Tras la hidrólisis, la glucosa y galactosa entran al enterocito mediante el transportador SGLT1 y salen

Isabel María Méndez Sánchez
Hospital Universitario Costa del Sol. Málaga.
chabeli_estepona@hotmail.com

López Vega MC, Méndez Sánchez IM.
Malabsorción de Hidratos de Carbono. Interpretación del Test de Aliento.
RAPD 2026;49(5):xx-xx. DOI: 10.37352/2026495.1

al espacio intersticial vía GLUT2. Cuando se necesita más glucosa, el GLUT2 migra al ápice del enterocito, y ayuda al SGLT1 a incorporar glucosa.

La pérdida de esta enzima se denomina "no persistencia de lactasa". Es la pérdida fisiológica de la actividad lactásica tras el destete. Esta pérdida muestra diferencias epidemiológicas notables a nivel global. En las regiones de Asia Oriental, la no persistencia de la lactasa afecta a más del 90% de la población, declinando su actividad enzimática de manera progresiva a partir de la infancia. Por el contrario, en Europa existe un marcado gradiente latitudinal condicionado por la selección genética: las poblaciones del norte y noroeste europeo exhiben una alta tasa de persistencia de lactasa, con una prevalencia de malabsorción reducida al 2-15%, mientras que en el sur de Europa esta cifra asciende progresivamente hasta alcanzar valores de entre el 15% y el 55%.

Los tipos de malabsorción de lactosa pueden ser:

1. **Hipolactasia primaria (tardía):** Es la forma más frecuente (no persistencia). Genéticamente mediada y asociada a los polimorfismos CC o CG. La persistencia se asocia a los genotipos TT y CT.

2. **Forma secundaria:** Consecuencia de una lesión en la mucosa intestinal (gastroenteritis aguda, enfermedad celíaca, Sobrecrecimiento Bacteriano de Intestino Delgado (SIBO), enfermedad inflamatoria intestinal (EII), etc.). Suele ser transitoria (Tabla 1).

3. **Congénita:** Trastorno autosómico recesivo extremadamente raro (solo se han dado casos en Finlandia). Cursa con diarrea grave desde el nacimiento y requiere dieta estricta de por vida.

Evidencia reciente[3-5] sugiere que el consumo de lácteos, especialmente fermentados, se vincula con una reducción del riesgo cardiovascular y una mejor densidad mineral ósea. Asimismo, el uso de dietas restrictivas también afecta a otros aspectos como la calidad de vida, las relaciones sociales y la salud psicológica. Por ello, el diagnóstico de malabsorción debe ser certero para evitar exclusiones dietéticas injustificadas.

Malabsorción de Fructosa y Sorbitol

La fructosa es un monosacárido presente en frutas y edulcorantes procesados. A diferencia de la lactosa, su absorción es limitada y se realiza por difusión, facilitada a través del transportador GLUT5. Su incidencia se estima en torno a un 30% en Europa.

Enfermedades del intestino delgado	Multisistémica	Iatrogénica
SIBO/IMO	Síndrome carcinoide	AAS
Enteropatía por VIH	Fibrosis quística	AINES
Enteritis regional	Gastropatía diabética	Antibióticos
Celiaquía	Kwashiorkor	Alcohol
Enfermedad de Whipple	Síndrome de Zollinger-Ellison	Enteritis por radioterapia
Gastroenteritis severa		
Enfermedad de Crohn		

Tabla 1. ***Causas secundarias de malabsorción de lactosas.***

La presencia de glucosa estimula al transportador GLUT2 que migra a la membrana apical facilitando la absorción de fructosa. Por el contrario, el sorbitol compite por el GLUT5, dificultando su absorción. Asimismo, un tránsito intestinal rápido dificulta la absorción de este azúcar.

Los tipos de malabsorción de fructosa pueden ser:

1. **Congénita o Fructosemia:** Déficit de aldolasa B hepática (Intolerancia Hereditaria a la Fructosa). Es una condición grave con toxicidad sistémica[6].

2. **Primaria:** Déficit de GLUT5 (gen SLC2A5), con base genética aún no totalmente esclarecida.

3. **Secundaria:** La más frecuente. Por exceso de consumo de fructosa o lesión del enterocito (celiaquía, disbiosis, SIBO, etc).

Diagnóstico de la Malabsorción de lactosa

Disponemos de varias herramientas diagnósticas. En la tabla 2, se muestran las más usadas, siendo el test de aliento para malabsorción de azúcares la prueba de elección hoy en día, por ser no invasiva, reproducible y de bajo coste, con una sensibilidad 78-98% y especificidad del 98%[7].

Diagnóstico de Malabsorción de Fructosa/Sorbitol

El diagnóstico de la malabsorción de fructosa y sorbitol presenta desafíos particulares, ya que, a diferencia de la lactosa, estos sustratos poseen una capacidad de absorción saturable incluso en sujetos sanos.

DOI: 10.37352/2026495.1

Método	Descripción	Observaciones
Biopsia intestinal	Medición de actividad enzimática	Gold standard, pero invasivo y con distribución irregular de la enzima
Sobrecarga oral	Medición de glucemia (aumento < 20 mg/dl indica malabsorción)	Sensibilidad 76-94%. Inconveniente en diabéticos y requiere punciones repetidas
Prueba de Gaxilosa	Hidrólisis de un análogo de lactosa medido en orina/sangre	Menor concordancia con test de aliento; riesgo de falsos negativos
Test de Aliento (H_2/CH_4)	Medición de gases producidos por fermentación bacteriana colónica	Prueba de elección. No invasiva y de bajo coste

Tabla 2. ***Test diagnósticos para la malabsorción de lactosa.***

Un punto crítico en la literatura médica es la relación entre la dosis de sustrato administrada y la tasa de positividad. Según el trabajo de Rao *et al.*[8], lla absorción de fructosa es un proceso de capacidad limitada. En sujetos sanos, se ha observado que dosis de 25 g de fructosa son absorbidas correctamente por la mayoría de la población, en cambio, dosis de 50 g provocan malabsorción (detectada por H_2 espirado) en hasta el 80% de los sujetos sanos.

Esta relación dosis-respuesta fue confirmada en revisiones posteriores, donde se halló una correlación significativa ($r=0.86$, $P<0.001$) entre la carga de fructosa y el porcentaje de test positivos[9]. Esta variabilidad suscita controversia respecto a la relevancia clínica de las pruebas de sobrecarga, ya que la malabsorción provocada por altas dosis de azúcares puede reflejar un límite de absorción fisiológico y no una alteración patológica subyacente. Debido a la alta tasa de falsos positivos con dosis de 50 g, el Consenso de Roma[2] y documentos posteriores han cuestionado la relevancia clínica de la malabsorción de fructosa como entidad aislada. Se sugiere que la malabsorción de fructosa podría ser considerada una variante de la normalidad cuando ocurre a dosis altas. Por ello, el Consenso Europeo[10] recomienda reducir la dosis de sustrato a 20-25 g para el test diagnóstico, buscando identificar a aquellos pacientes que realmente presentan una capacidad absortiva patológicamente reducida.

Aconsejamos la realización de test de fructosa asociado al de sorbitol (ambos sustratos juntos), puesto que en la práctica clínica actual es más representativo de la "vida real". En los alimentos (frutas, procesados, etc.) ambos suelen coexistir. Dado que el sorbitol compite por el transportador GLUT5, la realización del test combinado aumenta la sensibilidad diagnóstica al simular mejor la carga glucídica de una dieta estándar.

Sintomatología de la malabsorción de carbohidratos

La sintomatología derivada de la malabsorción de azúcares no depende únicamente de la presencia del sustrato no absorbido, sino de la interacción entre éste y la microbiota colónica. Cuando los carbohidratos alcanzan el colon, son fermentados por las bacterias, generando ácidos grasos de cadena corta (AGCC), ácido láctico (que acidifica el pH luminal) y gases (H_2, CH_4, CO_2).

Este proceso desencadena una cascada clínica caracterizada por:

- Efecto Osmótico: El azúcar no digerido atrae agua hacia la luz intestinal, provocando diarrea explosiva y borborigmos.
- Distensión Luminal: La producción de gas genera meteorismo, flatulencia y dolor abdominal tipo cólico.

Se estima que los síntomas aparecen cuando la actividad enzimática (en el caso de la lactosa) se reduce por debajo del 50%. No obstante, la gravedad de los síntomas está fuertemente influenciada por la sensibilidad visceral del paciente y la velocidad del tránsito intestinal.

Indicaciones del Test de Aliento (H_2/CH_4)

El test de aliento es una herramienta diagnóstica versátil que permite evaluar no solo la capacidad absortiva, sino también el estado del ecosistema bacteriano intestinal .

Principales Indicaciones Clínicas:

DOI: 10.37352/2026495.1

1. Evaluación de Intolerancias Específicas: Diagnóstico diferencial en pacientes con síntomas digestivos inespecíficos (dolor, distensión, diarrea) tras la ingesta de lácteos, frutas o productos procesados que contienen lactosa, fructosa o sorbitol.

2. Estudio de Trastornos Funcionales: Evaluación complementaria en pacientes con Síndrome de Intestino Irritable (SII) o dispepsia funcional para identificar disparadores dietéticos[10].

Historia del Test Aliento

La trayectoria del test de aliento para el estudio de los trastornos gastrointestinales abarca más de medio siglo, evolucionando desde estudios pioneros hasta los actuales consensos internacionales que buscan estandarizar su práctica.

Los primeros estudios científicos se publicaron hace aproximadamente 50 años. En 1970 Levitt y Donaldson sentaron las bases iniciales en su publicación[11]. En 1975, Newcomer *et al*[12] publicaron una comparación prospectiva de métodos indirectos para detectar la deficiencia de lactasa, consolidando el interés clínico en la técnica; en 1983[13] se expande la aplicación del test al estudio de la malabsorción de fructosa. A pesar de sus inicios prometedores, el recorrido posterior del test de aliento fue irregular. Durante décadas, la técnica se vio afectada por una metodología heterogénea, caracterizada por la falta de unanimidad en las dosis de sustrato administradas, los tiempos de duración de las pruebas y los criterios para definir un resultado como positivo o negativo. En los últimos quince años, la comunidad científica ha realizado esfuerzos significativos para dotar a la prueba de rigor y reproducibilidad. En 2009, el Consenso de Roma[2] representó el primer gran esfuerzo de estandarización en Europa, estableciendo protocolos básicos para el diagnóstico de la malabsorción y el SIBO. En 2017, el Consenso norteamericano[14], donde se actualizaron los criterios diagnósticos, estandarizó las dosis de los sustratos e introdujo formalmente la integración del metano en la medición, además de fijar el criterio de 90 minutos para el diagnóstico de SIBO. Y la última guía, en 2022 , guía europea (UEG/ESNM/ESPGHAN)[10], con un refinamiento de la metodología, donde enfatizó la distinción entre malabsorción e intolerancia. Su aporte clave fue la recomendación de utilizar cuestionarios de síntomas validados (como el aCPQ: Cuestionario de Percepción de Carbohidratos para adultos) junto con la medición de gases para una interpretación clínica correcta.

Protocolo del Test de Aliento

Es fundamental realizar una preparación previa para minimizar resultados falsos positivos y negativos en el diagnóstico de malabsorción de carbohidratos[2,10,14]. A continuación detallamos los puntos más relevantes a seguir:

-Ayuno: Se requiere un periodo de ayuno estricto de 12 horas antes de la prueba.

-Dieta previa: Durante las 24 horas anteriores al test, el paciente debe seguir una dieta sin residuos (evitando fibras y carbohidratos de absorción lenta).

-Evitar: Un mes antes: No se deben haber tomado antibióticos ni haberse sometido a una colonoscopia. Una semana antes es necesario suspender el uso de probióticos, laxantes, procinéticos y opioides.

-Higiene oral: El paciente debe realizar un lavado de dientes (clorhexidina 1%) previo a la toma basal de la muestra.

-Durante el procedimiento: No se permite fumar, mascar chicles ni realizar ejercicio físico antes o durante el procedimiento, ya que estos factores pueden alterar los niveles de gases espirados.

Realizacion del test[2,10,14]

En cuanto a la dosis del sustrato administrado, la cantidad de azúcar varía según el tipo de test y el paciente (adulto o niño):

·Lactosa: 25 g.

·Fructosa: 25 g.

·Fructosa/Sorbitol: 25 g y 5 g respectivamente.

·Población infantil: Se ajusta a 1 g por kg de peso, con un límite máximo de 25 g.

Para garantizar que el aire analizado sea de origen alveolar, el paciente debe seguir tres pasos estrictos:

1. Realizar una inhalación profunda.

2. Mantener una apnea de 15 segundos.

3. Soplar en el dispositivo de recogida.

DOI: 10.37352/2026495.1

La duración total se recomienda de 3 horas, con intervalo de muestreo cada 30 minutos.

Las muestras se procesaron con un analizador Quintron (BreathTracker), basado en cromatografía de gases con detección de estado sólido, que cuantifica H_2, CH_4 y CO_2 y corrige los valores según la dilución alveolar, o con un monitor portátil Gastrolyzer (Bedfont), equipado con un sensor electroquímico específico para H_2. De forma paralela a la medición de gases, es fundamental registrar la percepción del paciente mediante el cuestionario aCPQ[15], utilizando una escala visual analógica (0-10). Los síntomas a registrar son: dolor abdominal, náuseas, distensión abdominal (si es temprana, habría que descartar dispepsia o SIBO), flatulencia y diarrea. Se evalúan los síntomas antes del test, cada 30 minutos durante la prueba y nuevamente entre 3 y 6 horas después de finalizarla. Se considera una escala positiva cuando existe un incremento de más de 2 puntos sobre el valor basal en la escala visual.

Interpretación de Resultados

Para una interpretación correcta, es fundamental medir simultáneamente H_2, CH_4 ,CO_2 y últimamente cobrando importancia H_2S, evaluando con precisión el tiempo en el que ocurre cualquier ascenso de los gases, dado que los incrementos de hidrógeno espirado registrados a partir del minuto 90 reflejan, fundamentalmente, la fermentación bacteriana a nivel colónico y además valorando la presencia de síntomas durante la prueba (Figura 1). La interpretación debe distinguir siempre entre malabsorción e intolerancia.

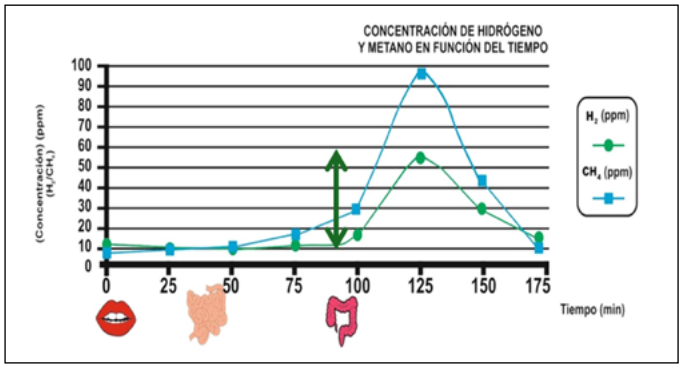


Figura 1. ***Curva de test aliento para malabsorción de carbohidratos. Los incrementos de gases posteriores al minuto 90 (flecha vertical) se atribuyen a la fermentación bacteriana colónica. Se considera positivo un aumento >20 ppm de H_2 o >10 ppm de CH_4 sobre el basal. H_2: hidrógeno; CH_4: metano; ppm: partes por millón.***

Una vez que tengamos la curva, inicialmente , tenemos que medir el valor basal. El valor óptimo es adecuado cuando es inferior o igual a 10 ppm. Un basal elevado superior a 10-20 ppm puede ser indicativo de un mal cumplimiento de la dieta previa, fermentación por la flora orofaríngea o hipoventilación nocturna. La hipoventilación nocturna puede causar niveles de respiración en ayunas ligeramente elevados de H_2, producido por sustratos fermentables persistentes en el colon. Un estudio reciente español encontró que caminar ligeramente durante una hora antes de la prueba puede ayudar a reducir los niveles altos de H_2 y CH_4[16] permitiendo realizar el test sin tener que repetirlo. No obstante , según el consenso europeo[10], si el basal es superior a 10 ppm, se podría considerar positivo un aumento del doble del valor inicial en tres muestras consecutivas.

Seguidamente, se analiza la curva considerando que el incremento de hidrógeno posterior al minuto 90 refleja predominantemente la fermentación bacteriana colónica, por lo tanto, se define positivo cuando existe un aumento superior a 20 ppm sobre el basal H_2 ó superior a 10 ppm sobre el basal CH_4 a partir del minuto 90.

Tras estos resultados podemos tener 4 escenarios clínicos[10]:

- Test positivo asociado a síntomas: Diagnóstico de Intolerancia.
- Test positivo y síntomas ausentes: Malabsorción de carbohidratos.
- Test negativo asociado a síntomas: No malabsorción pero los síntomas son la guía clínica principal.
- Test negativo con ausencia de síntomas: Resultado normal.

En relación al pico precoz, un ascenso antes del minuto 90, podría sugerir SIBO o tránsito intestinal rápido[17]. En el artículo de Piero Vierna, en año 2021[18], analizan si los picos precoces se asocian a un SIBO, llegando a la conclusión de que en la mayoría de las ocasiones es por un tránsito intestinal rápido. En otro artículo publicado por el grupo de Laserna[19] en el año 2024, valoraron curvas de malabsorción de carbohidratos donde sugería SIBO (cuando se observó un aumento superior o igual a 20 ppm de H_2 respecto al inicio a los 90 minutos o en lo que sugerían IMO (Intestinal Methanogen Overgrowth) (cuando los valores de CH_4 eran superiores o iguales a 10 ppm en cualquier punto de la curva) y llegaron a la conclusión de que el test de lactosa tenía una alta especificidad para detectar SIBO e IMO, no así el test de fructosa (Falsos positivos de SIBO: 27%, Falsos negativos de IMO: 27%). En relación a la sospecha de IMO en un test aliento para malabsorción de azúcares, según lo publicado en la literatura[20], no se detecta CH_4 en aliento hasta que no haya un límete superior a 108 metanógenos / gramo seco de heces (superior a 1 ppm), y en los países occidentales se estima que alrededor del 20% de la

DOI: 10.37352/2026495.1

población centroeuropea pueden incluso clasificarse como productores de alto contenido en metano (superior a 5ppm), por lo tanto recomendamos descartar IMO en estos test cuando el CH_4 es superior a 10 ppm en cualquier punto de la gráfica. No obstante, en el consenso americano recomiendan debería descartarse SIBO antes de realizar pruebas de malabsorción para evitar falsos positivos y que la presencia de dos picos en el test de aliento no es diagnóstico de SIBO.

Conclusiones

La malabsorción de hidratos de carbono es una entidad clínica prevalente cuya relevancia radica en su impacto sobre la calidad de vida y la salud nutricional a largo plazo. El test de aliento con H_2 y CH_4 se consolida como la herramienta diagnóstica de elección por su seguridad, bajo coste y capacidad para distinguir entre malabsorción e intolerancia. Es fundamental que la interpretación de los resultados no se limite exclusivamente a los niveles de gases espirados, sino que se integre con una anamnesis rigurosa y el uso de escalas de síntomas validadas. Un diagnóstico certero permite evitar restricciones dietéticas innecesarias, garantizando que el tratamiento se centre en aquellos pacientes que realmente se beneficiarán de una reducción del sustrato, siempre bajo una perspectiva de equilibrio nutricional y prevención de riesgos asociados, como el deterioro de la salud ósea en el caso de la exclusión de lácteos.

Bibliografía

1. *R. Codoceo Alquinta, C. Muñoz Codoceo, M.J. Ariza Astolfi, R.A. Muñoz Codoceo. Test del hidrogeno espirado . Metodologia e indicaciones. Sociedad española de gastroenterología hepatología y nutrición pediátrica. 2019.*

2. *Gasbarrini A, Corazza GR, Altomare A, Barbara G, Canani RB, Di Stefano M, et al. Methodology and indications of H2-breath testing in gastrointestinal diseases: the Rome Consensus Conference. Aliment Pharmacol Ther. 2009 Mar 30;29 Suppl 1:1-49.*

3. *Sharifan P, et al. Dairy Consumption and Risk of Cardiovascular and Bone Health Outcomes in Adults. Nutrients. 2025;17(17):2723.*

4. *Giosuè A, et al. Consumption of Dairy Foods and Cardiovascular Disease: A Systematic Review. Nutrients. 2022;14(4):831.*

5. *Martín-Dominguez V, López-Vega MC, Álvarez-Malé T, Pérez-Lucendo I, Ferreiros-Martínez R, Granero-Cremades I, Ezquerra-Durán A, Berlanga-Gómez MI, Fernández-Pacheco J, Mancheño-Del Real V, Santander C, Laserna-Mendieta EJ. Lactose Breath Test and Genotyping Showed Higher Concordance Than the Urine Gaxilose Test for the Diagnosis of Lactose Malabsorption in Adults. Neurogastroenterol Motil. 2025 . e70130.*

6. *Singh SK, Sarma MS. Hereditary fructose intolerance: A comprehensive review. World J Clin Pediatr. 2022;11(4):321-329.*

7. *Erdrich S, et al. Hydrogen-methane breath testing results influenced by oral hygiene. Sci Rep. 2021;11(1):26.*

8. *Rao SS, Attaluri A, Anderson L, Stumbo P. Ability of the normal human small intestine to absorb fructose: evaluation by breath hydrogen testing. Clin Gastroenterol Hepatol. 2009;7(3):312-314.*

9. *Latulippe ME, Skoog SM. Fructose malabsorption and intolerance: effects of fructose with and without simultaneous glucose ingestion. Crit Rev Food Sci Nutr. 2011;51(7):583-592.*

10. *Hammer HF, Fox MR, Keller J, Salvatore S, Basilisco G, Hammer J, Lopetuso L, Benninga M, Borrelli O, Dumitrascu D, Hauser B, Herszenyi L, Nakov R, Pohl D, Thapar N, Sonyi M; European H2-CH4-breath test group. European guideline on indications, performance, and clinical impact of hydrogen and methane breath tests in adult and pediatric patients: European Association for Gastroenterology, Endoscopy and Nutrition, European Society of Neurogastroenterology and Motility, and European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition consensus. United European Gastroenterol J. 2022 Feb;10(1):15-40.*

11. *Levitt MD, Donaldson RM. Use of respiratory hydrogen (H2) excretion to detect carbohydrate malabsorption. J Lab Clin Med. 1970 Jun;75(6):937-45. 11 (15).Pimentel M, et al. ACG Clinical Guideline: Small Intestinal Bacterial Overgrowth. Am J Gastroenterol. 2020;115(2):165-178.*

12. *Newcomer AD, McGill DB, Thomas PJ, Hofmann AF. Prospective comparison of indirect methods for detecting lactase deficiency. N Engl J Med. 1975 Dec 11;293(24):1232-6.*

13. *Ravich WJ, Bayless TM, Thomas M. Fructose: incomplete intestinal absorption in humans. Gastroenterology. 1983 Jan;84(1):26-9. PMID: 6847852.*

DOI: 10.37352/2026495.1

14. Rezaie A, Buresi M, Lembo A, Lin H, McCallum R, Rao S, Schmulson M, Valdovinos M, Zakko S, Pimentel M. Hydrogen and Methane-Based Breath Testing in Gastrointestinal Disorders: The North American Consensus. Am J Gastroenterol. 2017 May;112(5):775-784.

15. Hammer J, Sonyi M, Engeßer KM, Riedl G, Luong S, Hammer HF. Carbohydrate-induced gastrointestinal symptoms: development and validation of a test-specific symptom questionnaire for an adult population, the adult Carbohydrate Perception Questionnaire. Eur J Gastroenterol Hepatol. 2021 Feb 1;32(2):171-177.

16. Alegre E, Sandúa A, Calleja S, Deza S, González Á. Modification of baseline status to improve breath tests performance. Sci Rep. 2022 Jun 13;12(1):9752.

17. Klare C, et al. The Adult Carbohydrate Perception Questionnaire Identifies Patients with Lactose or Fructose Intolerance Who Respond to Diet. Dig Dis. 2024;42(3):276-284.

18. Vernia P, Cesarini M, de Carolis A, Vernia F. Early hydrogen excretion peaks during breath tests. Small intestinal bacterial overgrowth or accelerated transit? Dig Liver Dis. 2021 Apr;53(4):442-444.

19. Laserna Mendieta EJ, Martín Dominguez V, Pérez Lucendo I, Granero Cremades I, Ferreirós Martínez R, Álvarez Malé T, Sanz De Benito MÁ, Santander C. Capacidad de detección de sobrecrecimiento bacteriano o metanogénico intestinal de los test de aliento para intolerancia a lactosa y fructosa en población adulta. Adv Lab Med. 2024 May 15;5(3):333-339.

20. de Lacy Costello BP, Ledochowski M, Ratcliffe NM. The importance of methane breath testing: a review. J Breath Res. 2013 Jun;7(2):024001.

DOI: 10.37352/2026495.1