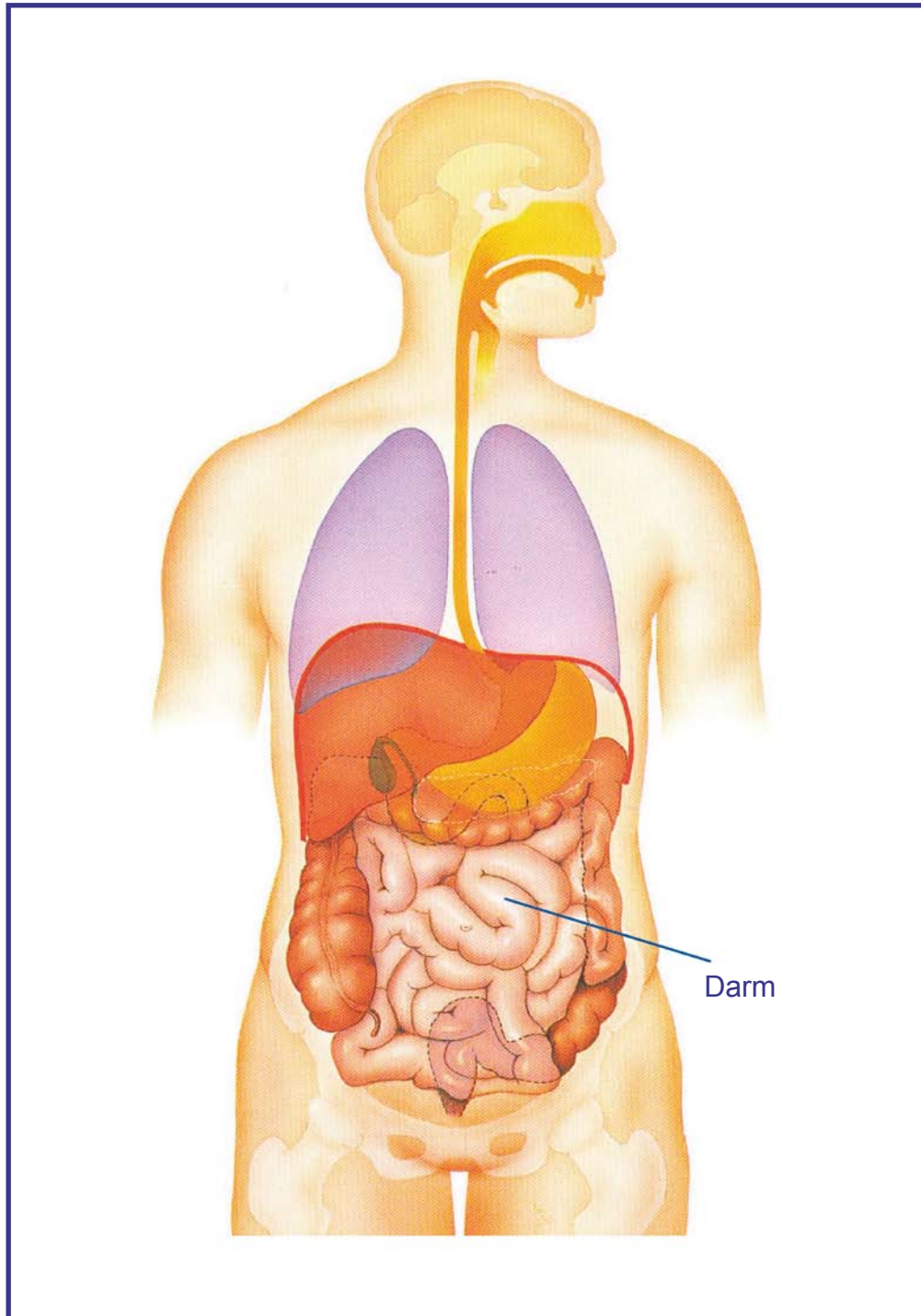


^{13}C Atemtestprotokolle - Darm



Inhaltsverzeichnis

<i>Einleitung</i>	3
• ¹³ C Atemtestprotokolle.....	3
• ¹³ C Atemtests: Prinzip und Anforderungen.....	3
• Vorbereitung des Patienten.....	3
• Einnahme von ¹³ C markiertem Substrat.....	3
• Entnahme der Atemprobe.....	3
• Messung der ¹³ C Anreicherung.....	3
• Kalkulation des Befunds.....	3
• Anwendung.....	4
• Anmerkung.....	4
• Autoren.....	4
<i>Atemtestprotokolle Darm</i>	5
• Bürstensaumenzyme	
Natürlich angereicherte ¹³ C-Laktose Atemtest.....	5
• Orocoecale Transitzeit	
¹³ C-Laktose Ureid Atemtest.....	7
• Bakterielle Überbesiedlung	
¹³ C-Xylose Atemtest.....	8
<i>Literatur</i>	9
Darm.....	9
• Bürstensaumenzyme	
Natürlich angereicherte ¹³ C-Laktose Atemtest.....	9
• Orocoecale Transitzeit	
¹³ C-Laktose Ureid Atemtest.....	10
• Bakterielle Überbesiedlung	
¹³ C-Xylose Atemtest.....	11

Einleitung

■ ¹³C Atemtestprotokolle

In dieser Broschüre werden die Prinzipien und allgemeinen Testverfahren für die wichtigsten ¹³C Atemtests beschrieben, um spezifische Funktionen des Darms zu untersuchen. Diese Liste wird regelmäßig mit zusätzlichen Tests oder Informationen aktualisiert.

Die Information ist als Einführung in die Stabil-Isotopentechnik der ¹³C Atemtests gedacht.

Um letztendlich diese Technik im Krankenhaus einführen zu können, sollte man sich eine umfassende Grundkenntnis in diesem Gebiet und den aktuellen Wissenstand über die gewünschte Anwendung aneignen. Ein Standardprotokoll für die Atemtests gibt es nicht.

■ ¹³C Atemtests: Prinzip und Anforderungen

¹³C Atemtests basieren auf folgendem Grundprinzip: Nach oraler Applikation des ¹³C markierten Substrats wird dessen Metabolit in der Atemluft gemessen. Das Substrat wird von einem spezifischen Enzymsystem zu ¹³CO₂ metabolisiert. Die Enzymaktivität kann somit durch die Analyse von CO₂ in der Atemluft gemessen werden. Zu dem gesamten Ablauf der ¹³C Atemuntersuchung gehört die Vorbereitung des Patienten vor dem Test, die Probenentnahme, die Messung der ¹³C Anreicherung in der Luft und die Berechnung des Befundes.

■ Vorbereitung des Patienten

Die Untersuchung wird in nüchternem Zustand durchgeführt und der Patient sollte einen niedrigen und stabilen Wert des natürlichen ¹³C Gehalts aufweisen. Deshalb muss der Patient angewiesen werden, die letzten Tage vor der Untersuchung keine mit ¹³C angereicherten Lebensmittel zu essen, wie Maisprodukte, Rohrzucker, Ananas und Tequila. In bestimmten Fällen sollte der Patient mit unmarkiertem Substrat vorbehandelt werden, um das beteiligte enzymatische System zu stimulieren (z. B.: ¹³C Laktose-Ureid Atemtest).

■ Einnahme von ¹³C markiertem Substrat

Das Testsubstrat kann als einfache Lösung in Wasser mit oder ohne standardisierter Testmahlzeit eingenommen werden. Manchmal muss es in einer speziellen Zutat der Mahlzeit enthalten sein. Die Testmahlzeit und die Substratdosis können für Erwachsene und Kinder unterschiedlich sein.

■ Entnahme der Atemprobe

Für jedes Protokoll gibt es einen speziellen Zeitplan für die Entnahme der Atemprobe. Um die ¹³C Anreicherung in der Atemluft zu bestimmen, ist es notwendig, mindestens zwei Atemproben vor der Einnahme des ¹³C Substrats zu messen, um den Nullwert von ¹³C zu bestimmen. Die Anzahl an Proben kann zwischen 2 oder 20 variieren. Die Methode, die für die Probenentnahme gewählt wird, hängt von der Technologie ab, die für die Bestimmung der ¹³C Anreicherung angewandt wird. Die Protokolle basieren auf der analytischen Messmethode CF-IRMS (continuous flow isotope ratio mass spectrometry). In diesem Fall werden die Atemproben durch einen Strohhalm in spezielle 10 ml Glassammelröhrchen geblasen, die direkt in die Probenhalterung des Analysegeräts passen. Für die Infrarottechnologie müssen spezielle Sammelbehälter benutzt werden, die von dem Hersteller des jeweiligen Geräts angeboten werden.

■ Messung der ¹³C Anreicherung

Um den ¹³C Gehalt der Atemluft zu bestimmen, wird ein IRMS oder Infrarot Messgerät verwendet. Die Protokolle basieren auf der IRMS Methode. Für einige Tests (Aminopyren, Methacetin und Urea) hat sich die Infrarot Messmethode als zuverlässige Alternative etabliert. Für andere Tests wird die Infrarotmethode bislang nicht angewandt. Die Validität der Methode hängt jedoch nicht vom Testsubstrat, sondern vom Grad der ¹³C Anreicherung ab. Die Validierung der Infrarotmethode wie auch von jedem Atemtest, den Sie in Ihrem klinischen Labor etablieren, wird empfohlen. Sie können die Analyse mit einem eigenen Messgerät durchführen oder ein Analyselabor mit der Messung beauftragen.

■ Kalkulation des Befunds

Für einige Tests muss lediglich der Nullwert vom eigentlichen Messergebnis an einem definierten Zeitpunkt abgezogen werden. In anderen Fällen muss der kumulative ¹³C Wert bestimmt werden, der während der Untersuchung in der Atemluft gemessen wird. Bei einer anderen Art von Anwendung ist der Zeitverlauf der Anreicherung wichtig.

■ Anwendung

Folgende Untersuchungen werden beschrieben:

Inhaltsverzeichnis der Anwendungen

Funktion	¹³ C Substrat	Page
Darm		
1. Bürstensaumenzyme	Natürlich angereicherte ¹³ C-Laktose	5
2. Orocoecale Transitzeit	¹³ C-Laktose Ureid	7
3. Bakterielle Überbesiedlung	¹³ C-Xylose	8
Literatur		9

■ Literatur

Die angehängte Literaturliste enthält Referenzen, mit den wichtigsten Veröffentlichungen, die verschiedene Aspekte der Atemtests beschreiben.

■ Anmerkung

Text, Bilder und Tabellen wurden gewissenhaft erstellt. Fehler können trotzdem nicht hundertprozentig ausgeschlossen werden. Deshalb können die Campro Scientific GmbH und die Autoren keine gesetzliche Haftung für falsche Details und deren Konsequenzen übernehmen.

Für Verbesserungsvorschläge wären die Autoren jedoch dankbar. Diese Informationen dürfen ohne das schriftliche Einverständnis der Campro Scientific GmbH weder partiell noch vollständig kopiert, dupliziert oder in andere Sprachen übersetzt werden.

■ Autoren

- Dr. F. Stellaard
Universitätsklinik Groningen, Niederlande
Abteilung Pathologie und Labormedizin
und Zentrum für Leber, Darm und Stoffwechselkrankheiten
- Dr. Ahmad Rajabi
Campro Scientific GmbH
Berlin, Deutschland

© Campro Scientific GmbH

Europäischer Hauptsitz

Postfach 37 03 31
D-14133 Berlin
Deutschland
Tel. : +49(0)30.629.01.89.0
Fax : +49(0)30.629.01.89.89
E-mail : info@campro.eu
Web : www.campro.eu

Niederländischer Verkaufssitz

Postfach 316
NL-3900 AH Veenendaal
The Netherlands
Tel. : +31(0)318.529.437
Fax : +31(0)318.542.181
E-mail : info@campro.eu
Web : www.campro.eu

Bitte kontaktieren Sie uns für technische Informationen und Preisanfragen.

Atemtestprotokolle Darm

1. Bürstensaumenzyme - Natürlich angereicherte ^{13}C -Laktose Atemtest

■ Prinzip

^{13}C -Laktose enthält ein Kohlenstoffatom, das mit dem stabilen Isotop ^{13}C markiert ist. Die ^{13}C -Laktose, die normalerweise für Atemtests verwendet wird, wird durch natürliche Prozesse markiert. Kohlenstoffatome in Maispflanzen (C4-Pflanzen), haben einen höheren Anteil an ^{13}C als C3 Pflanzen, die den Hauptanteil der menschlichen Nahrung ausmachen. Kühe, die mit Mais gefüttert werden, geben daher Milch, die mit ^{13}C angereichert ist. Laktose, die aus dieser Milch isoliert wird enthält etwa 1,097% ^{13}C , wobei der Durchschnittswert von $^{13}\text{CO}_2$ in der Atemluft bei Europäern etwa 1,082% beträgt. Nach oraler Applikation passiert ^{13}C -Laktose den Magen und wird im Dünndarm zu ^{13}C -Glukose und ^{13}C -Glukose verdaut, die effektiv im Dünndarm absorbiert werden. ^{13}C -Galaktose wird in der Leber schnell in ^{13}C -Glukose umgewandelt. Die Glukose wird zu einem großen Teil oxidiert. Das Auftreten von $^{13}\text{CO}_2$ in der Atemluft spiegelt die Verdauungsrate des Darms wieder.

■ Anwendbarkeit von ^{13}C -Urea Atemtests

^{13}C -Laktose Atemtests werden an Erwachsenen und Kindern angewandt.

■ Anwendung

Der ^{13}C -Laktose Atemtest wird zum Nachweis einer Laktosemalabsorption verwendet.

■ Protokoll

Erwachsene: Für den ^{13}C -Laktose Atemtest sollte der Patient nüchtern sein. Für die orale Applikation einer Dosis von 50 g, wird natürlich angereicherte ^{13}C -Laktose, in 100 ml Wasser gelöst. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme der ^{13}C -Laktose und alle 30 Minuten, 240 Minuten lang danach entnommen. Die Anreicherung von ^{13}C in der Atemluft wird mittels IRMS bestimmt. Der kumulative Prozentsatz an ^{13}C , der in der Atemluft während den 4 Stunden gemessen wird (abzüglich des Kontrollwerts), dient als diagnostischer Parameter.

Kinder: Für Kinder wird eine Dosis von 2 g/kg, aber höchstens 50 g natürlich angereicherte ^{13}C -Laktose eingesetzt. Es gilt der gleiche Zeitrahmen für die Probenentnahme.

■ Interpretation der Testergebnisse

Es ist sinnvoll, eigene interne Kontrollwerte zu bestimmen. Ein Prozentsatz des $^{13}\text{CO}_2$ Wertes unter 12 % im Vergleich zum Kontrollwert gilt als Nachweis für eine Laktosemalabsorption. Es wird empfohlen ^{13}C -Laktose mit dem H₂ Atemtest zu kombinieren, der gleichzeitig mit derselben Dosis von 2 g/kg oder 50 g ^{13}C -Laktose durchgeführt wird. Wenn einer der beiden Tests positiv ist, weist das auf eine niedrige Laktaseaktivität hin (Sensitivität 85%).

■ Vorsichtsmaßnahmen

Bis jetzt sind für den ^{13}C -Laktose Atemtest keine Gegenanzeigen bekannt. Da bei dem Test eine Sättigungsdosis für Laktose verwendet wird, muss bei Patienten mit Laktosemalabsorption mit Darmbeschwerden inklusive Durchfall gerechnet werden.

■ Zusammenfassung

	Dosis	Proben	
Erwachsene	50 g natürlich angereicherte ¹³ C-Laktose	2	vor der Einnahme
		8	Alle 30 Minuten für 240 Minuten nach Einnahme (4 Stunden)
Kinder	2 g/kg Körpergewicht, höchstens 50 g natürlich angereicherte Laktose	2	vor der Einnahme
		8	30 Minuten für 240 Minuten nach Einnahme (4 Stunden)

■ Verbesserte Diagnostik

Das Ergebnis des ¹³C Laktose Atemtests wird durch den Grad der Glukoseoxidation und den Grad der ¹³CO₂ Produktion aufgrund der Fermentation unverdauter Laktose beeinflusst.

Eine verbesserte Diagnose wird durch die Messung der ¹³C Anreicherung der Plasmaglukose erreicht (Literatur, Referenz Nr.4), besonders wenn 2H-Glukose gleichzeitig eingenommen wird, um das Ergebnis mit Hilfe der Magenentleerungszeit und des Glukosemetabolismus zu korrigieren (Literatur, Referenz 1).

2. Orocoecale Transitzeit - ¹³C-Laktose Ureid Atemtest

■ Prinzip

¹³C-Laktose Ureid enthält ein Kohlenstoffatom, das mit dem stabilen Isotop ¹³C markiert ist. Nach oraler Applikation wird ¹³C-Laktose Ureid nicht im Dünndarm absorbiert und gelangt in den Dickdarm. ¹³C-Laktose Ureid wird von bakteriellen Enzymen fermentiert, dabei entsteht ¹³CO₂, was absorbiert und ausgeatmet wird. Der Beginn des Auftretens von ¹³CO₂ in der Atemluft spiegelt den Eintritt von ¹³C-Laktose Ureid in den Dickdarm und damit die orocecale Transitzeit wieder (OCTT).

■ Anwendbarkeit von ¹³C-Laktose Ureid Atemtests

¹³C-Laktose Ureid Atemtests werden an Erwachsenen und Kindern angewandt.

■ Anwendung

Der ¹³C-Laktose Ureid Atemtest wird zum Nachweis einer verlängerten oder verkürzten Darmpassagezeit verwendet. Die Ergebnisse spiegeln die orocecale Transitzeit wieder, die durch eine Dysmotilität des Darms verlängert, oder durch Ernährungsfaktoren oder Arzneimittel verkürzt sein kann.

■ Protokoll

Erwachsene: Für den ¹³C-Laktose Ureid Atemtest sollte der Patient nüchtern sein. Der Patient wird jedoch am Abend vor der Untersuchung mit 1 g unmarkiertem Laktose Ureid vorbehandelt, um die bakterielle Enzymproduktion zu stimulieren. Für die orale Applikation einer Dosis von 500 mg, wird ¹³C-Laktose Ureid in 100 ml Wasser oder kaltem Tee nach einem standardisierten Frühstück (ein Weizenmehlbrötchen, Marmelade, Butter und Kaffee) gelöst. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme des ¹³C-Laktose Ureids und alle 30 Minuten, 600 Minuten lang danach entnommen. Ein leichtes Mittagessen, das keine an ¹³C reichen Inhaltsstoffe enthält, kann etwa 4 Stunden nach der Einnahme des ¹³C-Laktose Ureids gereicht werden. Die Anreicherung von ¹³C in der Atemluft wird mittels IRMS bestimmt. Die OCTT wird als Zeitintervall zwischen der Einnahme des ¹³C-Laktose Ureids und der Erhöhung von ¹³CO₂ um einen Deltawert von 2 oder mehr, der von einer starken Anreicherung gefolgt wird berechnet.

Kinder: Die Vorbehandlung erfolgt mit 500 mg unmarkiertem ¹³C-Laktose Ureid. Für die Untersuchung wird eine Dosis von 250 mg ¹³C-Laktose Ureid verwendet. Die Testmahlzeit kann mit 200 ml heißer Schokolade ergänzt werden. Es gilt der gleiche Zeitrahmen für die Probenentnahme.

■ Interpretation der Testergebnisse

Es ist sinnvoll, eigene interne Kontrollwerte zu bestimmen. Es gibt noch wenige Literaturdaten. Ein normaler Bereich zwischen 290 ± 60 min wurde für den OCTT für Erwachsene beschrieben sowie Werte zwischen 165 und 390 min für Kinder.

■ Vorsichtsmaßnahmen

Eine bakterielle Enzymaktivität muss durch die Vorbehandlung stimuliert werden. Während des Tests sind keine Arzneimittel und keine Nahrungsmittel erlaubt, die die Transitzeit des ¹³C-Laktose Ureids verändern können.

■ Zusammenfassung

	Dosis	Proben	
Erwachsene	1 g (Vorbehandlung) unmarkiertes Laktose Ureid, 500 mg ¹³ C-Laktose Ureid	2	vor der Einnahme
		20	Alle 30 Minuten für 600 Minuten nach Einnahme (10 Stunden)
Kinder	500 mg (Vorbehandlung) unmarkiertes Laktose Ureid, 250 mg ¹³ C-Laktose Ureid	2	vor der Einnahme
		20	Alle 30 Minuten für 600 Minuten nach Einnahme (10 Stunden)

3. Bakterielle Überbesiedlung - ¹³C-Xylose Atemtest

■ Prinzip

¹³C-Xylose ist ein markiertes Monosaccharid, das nur teilweise vom Dünndarm absorbiert wird. Der nicht absorbierbare Teil wird von Bakterien des Dickdarms fermentiert, die ¹³CO₂ produzieren. Wenn sich Xylose fermentierende Bakterien im Darm befinden, führt dies zu einem frühen Anstieg von ¹³CO₂ in der Atemluft. Der Grad der ¹³C Anreicherung reflektiert den Grad der bakteriellen Überbesiedlung.

■ Anwendbarkeit von ¹³C-Xylose Atemtests

¹³C-Xylose Atemtests werden an Erwachsenen und Kindern angewandt.

■ Anwendung

Der ¹³C-Xylose Atemtest wird zum Nachweis von bakterieller Überbesiedlung verwendet.

■ Protokoll

Erwachsene: Für den ¹³C-Xylose Atemtest sollte der Patient nüchtern sein. Für die orale Applikation einer Dosis von 250 mg, wird ¹³C-Xylose in 50 ml Wasser gelöst. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme der ¹³C-Xylose und alle 30 Minuten, 180 Minuten lang danach entnommen. Die Anreicherung von ¹³C in der Atemluft wird mittels IRMS bestimmt. Die Anreicherung von ¹³CO₂ wird als diagnostischer Parameter verwendet.

Kinder: Für die Untersuchung wird eine Dosis von 50 mg ¹³C-Xylose in 5 ml Wasser oder in Kapseln mit 30 ml Wasser gelöst. Es gilt der gleiche Zeitrahmen für die Probenentnahme. Die maximale Anreicherung wird als diagnostischer Parameter verwendet.

■ Interpretation der Testergebnisse

Es ist sinnvoll, eigene interne Kontrollwerte zu bestimmen. Für die Angabe eines generellen diagnostischen Schwellenwertes liegen noch zu wenig publizierte Daten vor.

■ Vorsichtsmaßnahmen

Da ¹³C-Xylose zum Teil schlecht absorbiert wird, produzieren Bakterien des Dickdarms auch ¹³CO₂. Deshalb sollte die Fermentation des Dünndarms zu einem frühen Zeitpunkt bestimmt werden. ¹³C-Xylose wird auch teilweise absorbiert und metabolisch zu ¹³CO₂ oxidiert. Das erklärt vermutlich den Regelbereich. Patienten mit abdominalen Beschwerden könnten generell an schlechter Absorption und Motilitätsstörungen leiden. Das letztere könnte zu intersubjektiven Abweichungen in der Transitzeit der Xylose zu den fermentierenden Bakterien führen. Eine verspätete Reaktion könnte auf eine verzögerte Magenentleerungsrate und einen verlangsamten Dünndarmtransit zurückzuführen sein, aber als Reaktion des Dickdarms interpretiert werden. Umgekehrt könnte eine erhöhte Darmtransitrate eine schnelle Reaktion des Dickdarmes hervorrufen, was mit einer Reaktion des Dünndarms verwechselt werden könnte. Außerdem müssen die Bakterien aktive Kohlenstoff fermentierende Enzyme enthalten.

■ Zusammenfassung

	Dosis	Proben	
Erwachsene	250 mg ¹³ C-Xylose	2	vor der Einnahme
		6	Alle 30 Minuten für 180 Minuten nach Einnahme (3 Stunden)
Kinder	50 mg ¹³ C-Xylose	2	vor der Einnahme
		6	Alle 30 Minuten für 180 Minuten nach Einnahme (3 Stunden)

Literatur

Darm

1. 1. Bürstensaumenzyme - Natürlich angereicherte ¹³C-Laktose Atemtest

■ Empfohlene Literatur

1. Romagnuolo J, Schiller D, Bailey RJ. Using breath tests wisely in a gastroenterology practice: an evidence-based review of indications and pitfalls in interpretation. *Am J Gastroenterol.* 2002 May;97(5):1113-26. Review.
2. Vonk RJ, Stellaard F, Priebe MG, Koetse HA, Hagedoorn RE, De Bruijn S, Elzinga H, Lenoir-Wijnkoop I, Antoine JM. The ¹³C/2H-glucose test for determination of small intestinal lactase activity. *Eur J Clin Invest.* 2001 Mar;31(3):226-33.
3. Stellaard F, Koetse HA, Elzinga H, Boverhof R, Tjoonk R, Klimp A, Vegter D, Liesker J, Vonk RJ. ¹³C-carbohydrate breath tests: impact of physical activity on the rate-limiting step in lactose utilization. *Scand J Gastroenterol.* 2000 Aug;35(8):819-23.
4. Koetse HA, Vonk RJ, Pasterkamp S, Pal J, de Bruijn S, Stellaard F. Variations in colonic H₂ and CO₂ production as a cause of inadequate diagnosis of carbohydrate maldigestion in breath tests. *Scand J Gastroenterol.* 2000 Jun;35(6):607-11.
5. Vonk RJ, Lin Y, Koetse HA, Huang C, Zeng G, Elzinga H, Antoine J, Stellaard F. Lactose (mal)digestion evaluated by the ¹³C-lactose digestion test. *Eur J Clin Invest.* 2000 Feb;30(2):140-6.
6. Koetse HA, Stellaard F, Bijleveld CM, Elzinga H, Boverhof R, van der Meer R, Vonk RJ, Sauer PJ. Non-invasive detection of low-intestinal lactase activity in children by use of a combined ¹³CO₂/H₂ breath test. *Scand J Gastroenterol.* 1999 Jan;34(1):35-40.
7. Murray RD, Boutton TW, Klein PD, Gilbert M, Paule CL, MacLean WC Jr. Comparative absorption of [¹³C]glucose and [¹³C]lactose by premature infants. *Am J Clin Nutr.* 1990 Jan;51(1):59-66.
8. Hiele M, Ghoois Y, Rutgeerts P, Vantrappen G, Carchon H, Eggermont E. ¹³CO₂ breath test using naturally ¹³C-enriched lactose for detection of lactase deficiency in patients with gastrointestinal symptoms. *J Lab Clin Med.* 1988 Aug;112(2):193-200.
9. MacLean WC Jr, Fink BB, Schoeller DA, Wong W, Klein PD. Lactose assimilation by full-term infants: relation of [¹³C] and H₂ breath tests with fecal [¹³C] excretion. *Pediatr Res.* 1983 Aug;17(8):629-33.

2. Orocoecale Transitzeit - ¹³C-Laktose Ureid Atemtest

■ Empfohlene Literatur

1. Christian M, Morrison D, Dodson B, Preston T, Amarri S, Franchini F, Edwards C, Weaver L. Measurement of oro-cecal transit time in young children using lactose [¹³C] ureide requires further validation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2002 May;34(5):570-1; author reply 571.
2. Van Den Driessche M, Van Malderen N, Geypens B, Ghooos Y, Veereman-Wauters G. Lactose-[¹³C]ureide breath test: a new, noninvasive technique to determine orocecal transit time in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2000 Oct;31(4):433-8.
3. Jackson AA, Bundy R, Hounslow A, Murphy JL, Wootton SA. Metabolism of lactose-[¹³C]ureide and lactose-[¹⁵N, ¹⁵N]ureide in normal adults consuming a diet marginally adequate in protein. *Clin Sci (Lond).* 1999 Nov;97(5):547-55.
4. Geypens B, Bennink R, Peeters M, Evenepoel P, Mortelmans L, Maes B, Ghooos Y, Rutgeerts P. Validation of the lactose-[¹³C]ureide breath test for determination of orocecal transit time by scintigraphy. *J Nucl Med.* 1999 Sep;40(9):1451-5.
5. Morrison DJ, Dodson B, Preston T. Measurement of urinary total ¹³C and ¹³C urea by isotope ratio mass spectrometry after administration of lactose [¹³C]-ureide. *Rapid Commun Mass Spectrom.* 1999;13(13):1252-6.
6. Morrison DJ, Zavoshy R, Edwards CA, Dodson B, Preston T, Weaver LT. Lactose [¹³C]Ureide as a marker for colonic fermentation and the deconvolution of a complex ¹³CO₂ breath test curve. *Biochem Soc Trans.* 1998 May;26(2):S184.
7. Ruemmele FM, Heine WE, Keller KM, Lentze MJ. Metabolism of glycosyl ureides by human intestinal brush border enzymes. *Biochim Biophys Acta.* 1997 Aug 29;1336(2):275-80.
8. Wutzke KD, Heine WE, Plath C, Leitzmann P, Radke M, Mohr C, Richter I, Gulzow HU, Hobusch D. Evaluation of oro-coecal transit time: a comparison of the lactose-[¹³C, ¹⁵N]ureide ¹³CO₂- and the lactulose H₂-breath test in humans. *Eur J Clin Nutr.* 1997 Jan;51(1):11-9.
9. Heine WE, Berthold HK, Klein PD. A novel stable isotope breath test: ¹³C-labeled glycosyl ureides used as noninvasive markers of intestinal transit time. *Am J Gastroenterol.* 1995 Jan;90(1):93-8.

3. Bakterielle Überbesiedlung - ¹³C-Xylose Atemtest

■ Empfohlene Literatur

1. Dellert SF, Nowicki MJ, Farrell MK, Delente J, Heubi JE. The ¹³C-xylose breath test for the diagnosis of small bowel bacterial overgrowth in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1997 Aug;25(2):153-8.
2. Lim H, Wagner DA, Toskes PP. ¹³C-xylose breath test for bacterial overgrowth. *Gastroenterology* 1993 April;104(4): A259
3. Valdovinos MA, Camilleri M, Thomforde GM, Frie C. Reduced accuracy of ¹⁴C-D-xylose breath test for detecting bacterial overgrowth in gastrointestinal motility disorders. *Scand J Gastroenterol.* 1993 Nov;28(11):963-8.
4. Chang CS, Chen GH, Kao CH, Wang SJ, Peng SN, Huang CK, Poon SK. Increased accuracy of the carbon-¹⁴ D-xylose breath test in detecting small-intestinal bacterial overgrowth by correction with the gastric emptying rate. *Eur J Nucl Med.* 1995 Oct;22(10):1118-22.
5. Stotzer PO, Kilander AF. Comparison of the 1-gram (¹⁴C)-D-xylose breath test and the 50-gram hydrogen glucose breath test for diagnosis of small intestinal bacterial overgrowth. *Digestion.* 2000;61(3):165-71.
6. King CE, Toskes PP, Guilarte TR, Lorenz E, Welkos SL. Comparison of the one-gram d-[¹⁴C]xylose breath test to the [¹⁴C]bile acid breath test in patients with small-intestine bacterial overgrowth. *Dig Dis Sci.* 1980 Jan;25(1):53-8.
7. King CE, Toskes PP. Breath tests in the diagnosis of small intestine bacterial overgrowth. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 1984;21(3):269-81. Review.
8. Lewis SJ, Young G, Mann M, Franco S, O'Keefe SJ. Improvement in specificity of [¹⁴C]d-xylose breath test for bacterial overgrowth. *Dig Dis Sci.* 1997 Aug;42(8):1587-92.
9. Rumessen JJ. [¹⁴C]D-xylose breath test for small intestinal bacterial overgrowth. *Gastroenterology.* 1989 Jan;96(1):273-4.
10. Riordan SM, Mclver CJ, Duncombe VM, Bolin TD, Thomas MC. Factors influencing the 1-g ¹⁴C-D-xylose breath test for bacterial overgrowth. *Am J Gastroenterol.* 1995 Sep;90(9):1455-60.
11. King CE, Toskes PP. Comparison of the 1-gram [¹⁴C]xylose, 10-gram lactulose-H₂, and 80-gram glucose-H₂ breath tests in patients with small intestine bacterial overgrowth. *Gastroenterology.* 1986 Dec;91(6):1447-51.
12. Schneider A, Novis B, Chen V, Leichtman G. Value of the ¹⁴C-D-xylose breath test in patients with intestinal bacterial overgrowth. *Digestion.* 1985;32(2):86-91.
13. King CE, Toskes PP, Spivey JC, Lorenz E, Welkos S. Detection of small intestine bacterial overgrowth by means of a ¹⁴C-D-xylose breath test. *Gastroenterology.* 1979 Jul;77(1):75-82.