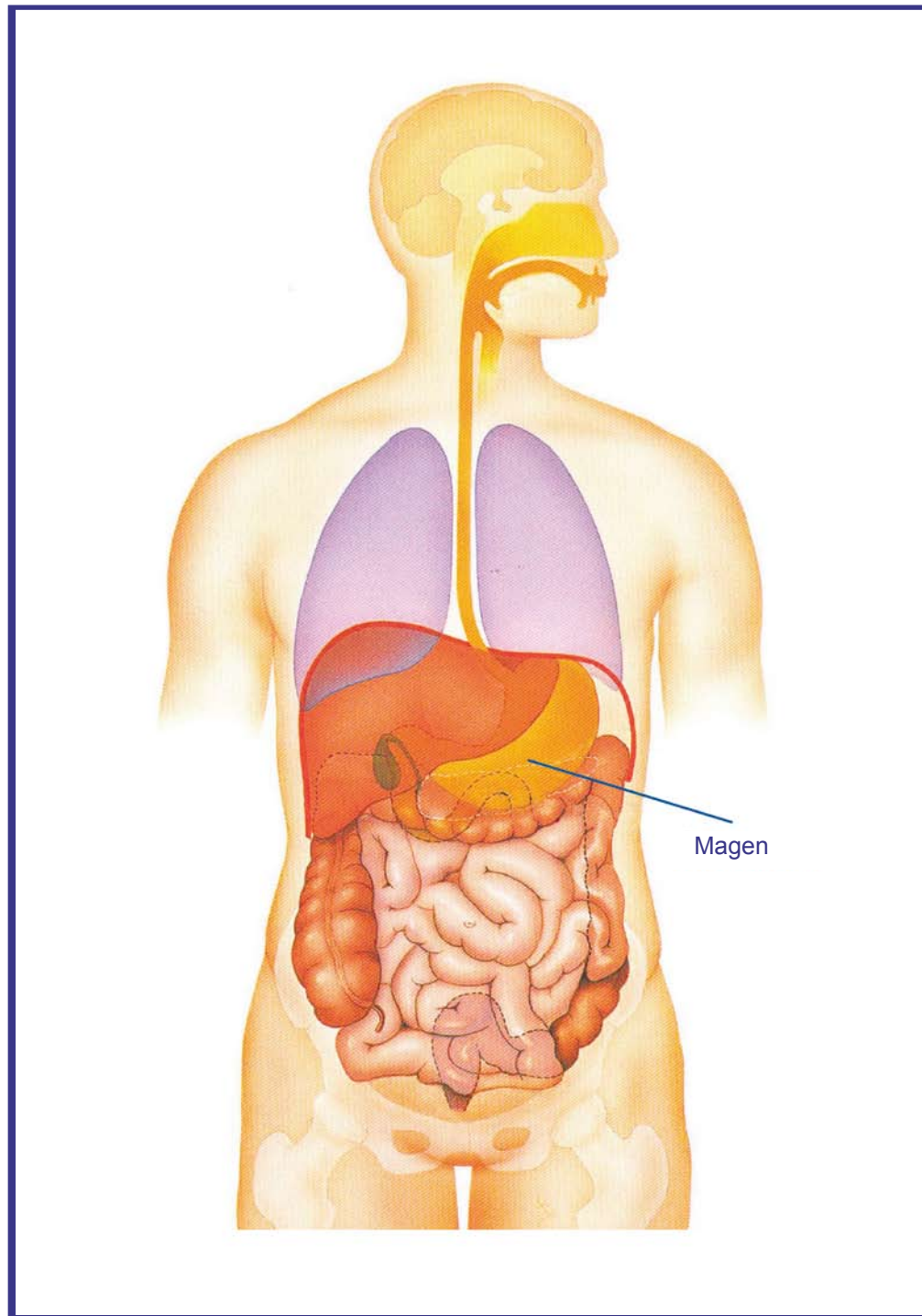


^{13}C Atemtestprotokolle - MAGEN



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>Atemtest Protokolle Magen</i>	 5
• Helicobacter pylori Infektion - ¹³ C-Urea Atemtest.....	5
• Magenentleerungszeit für feste Nahrung - ¹³ C-Octansäure Atemtest (Leuven Model).....	6
• Magenentleerungszeit für Flüssigkeiten - ¹³ C-Natriumacetat Atemtest.....	8
 <i>Literatur</i>	 9
Magen.....	9
• Helicobacter pylori Infektion - ¹³ C-Urea Atemtest.....	9
• Magenentleerungszeit für feste Nahrung - ¹³ C-Octansäure Atemtest (Leuven Model).....	12
• Magenentleerungszeit für Flüssigkeiten - ¹³ C-Natriumacetat Atemtest.....	14

Einleitung

■ **¹³C Atemtestprotokolle**

In dieser Broschüre werden die Prinzipien und allgemeinen Testverfahren für die wichtigsten ¹³C Atemtests beschrieben, um spezifische Funktionen des Magens 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 Lactose-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	Seite
Magen (eingetragen)			
1.	Helicobacter pylori Infektion	¹³ C-Urea	5
Magen			
2.	Magenentleerungszeit für feste Nahrung	¹³ C-Octansäure	6
3.	Magenentleerungszeit für Flüssigkeiten	¹³ C-Natriumacetat	8
Literatur			9

■ 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

1. Dr. F. Stellaard
 Universitätsklinik Groningen, Niederlande
 Abteilung Pathologie und Labormedizin
 und Zentrum für Leber, Darm und Stoffwechselkrankheiten

2. Dr. Ahmad Rajabi
 Campro Scientific GmbH
 D-14167 Berlin, Deutschland

© Campro Scientific GmbH

Europäischer Hauptsitz

Postfach 37 03 31
 D-14133 Berlin
 Deutschland
 Tel. +49.(0)30.629.01.89.80
 Fax +49.(0)30.629.01.89.89
 E-Mail: info@campro.eu
 Webseite: www.campro.eu

Niederländischer Verkaufssitz

Postfach 316
 NL-3900 AH Veenendaal
 Niederlande
 Tel: +31 318 529 437
 Fax: +31 318 542 181
 E-Mail: info.nl@campro.eu
 Webseite: www.campro.eu

Bitte kontaktieren Sie uns für technische Informationen und Preisanfragen.

Atemtestprotokolle Magen

1. Helicobacter pylori Infektion - ¹³C-Urea Atemtest

■ Prinzip

¹³C-Urea enthält ein Kohlenstoffatom, das mit dem stabilen Isotop ¹³C markiert ist. Nach oraler Applikation passiert ¹³C-Urea den Magen. In Gegenwart von Helicobacter pylori wird ¹³C-Urea durch die Ureaseaktivität zu Ammonium und ¹³CO₂ hydrolysiert. ¹³CO₂ wird absorbiert, im Blut transportiert und durch die Lunge abgegeben. Das Auftreten von ¹³CO₂ in der Atemluft weist auf die Gegenwart von Helicobacter pylori hin.

■ Anwendbarkeit von ¹³C-Urea Atemtests

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

■ Anwendung

Der ¹³C-Urea Atemtest wird zum Nachweis von Helicobacter pylori bei Patienten mit allgemeinen Magenbeschwerden verwendet. Eine Erhöhung des ¹³C Wertes über den Regelbereich hinaus weist auf ein positives Testergebnis hin. Der Erfolg einer Eradikationstherapie kann innerhalb eines Monats nach Beendigung der Therapie gemessen werden.

■ Protokoll

Erwachsene: Für den ¹³C-Urea Atemtest sollte der Patient nüchtern sein. Für die orale Applikation einer Dosis von 75 mg oder 100 mg, wird ¹³C-Urea in 100 ml Wasser gelöst. Zuvor sollte der Patient Zitronensäure oder Orangensaft zu sich nehmen. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme des ¹³C-Ureas und zwei weitere 30 Minuten danach entnommen. Die Anreicherung von ¹³C in der Atemluft wird mittels IRMS bestimmt. Der absolute Anstieg des nach 30 Minuten gemessenen ¹³C-Werts im Vergleich zum Nullwert wird als diagnostischer Parameter verwendet.

Kinder: Für Kinder wird eine Dosis von 50 mg eingesetzt. Es gilt der gleiche Zeitrahmen für die Probenentnahme.

■ Interpretation der Testergebnisse

Es ist sinnvoll, eigene interne Kontrollwerte zu bestimmen. Eine Erhöhung des ¹³CO₂ Wertes um 4 oder 5 ‰ im Vergleich zum Kontrollwert gilt als Nachweis für eine Helicobacter pylori Infektion.

■ Vorsichtsmaßnahmen

Wenn der Patient vorher einer Gastrektomie unterzogen wurde, mit Antibiotika, Protonenpumpenhemmern oder antisekretorischen Medikamenten behandelt wurde oder in Fällen von atrophischer Gastritis muss das Ergebnis mit Vorsicht betrachtet werden.

■ Zusammenfassung

	Dosis	Proben	
Erwachsene	75 mg ¹³ C-Urea or 100 mg ¹³ C-Urea	2	vor der Einnahme
		2	30 Minuten nach Einnahme (0,5 Stunden)
Kinder	50 mg ¹³ C-Urea	2	vor der Einnahme
		2	30 Minuten nach Einnahme (0,5 Stunden)

2. Magenentleerungszeit für feste Nahrung - ^{13}C -Octansäure Atemtest (Leuven Model)

■ Prinzip

($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure enthält ein Carboxyl-Kohlenstoffatom, das mit dem stabilen Isotop ^{13}C markiert ist. Nach oraler Applikation passiert ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure den Magen und wird vom Dünndarm vollständig absorbiert. ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure wird zu einem großen Teil oxidiert. Die Kinetik der Ausatmung von $^{13}\text{CO}_2$ spiegelt die Rate der Magenentleerung für feste Nahrung wieder.

■ Anwendbarkeit von ^{13}C -Octansäure Atemtests

^{13}C -Octansäure Atemtests werden an Erwachsenen, Kindern und Neugeborenen angewandt.

■ Anwendung

Der ^{13}C -Octansäure Atemtest wird zum Nachweis von eingeschränkter Magenentleerung von fester Nahrung eingesetzt. Des Weiteren kann die Wirkung von Arzneimittelbehandlungen beobachtet werden.

■ Protokoll

Erwachsene: Für den ^{13}C -Octansäure Atemtest sollte der Patient nüchtern sein. Für die orale Applikation einer Dosis von 100 mg, wird ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure mit einer Testmahlzeit eingenommen. Die Testmahlzeit ist standardisiert und besteht aus einem Rührer mit zwei Scheiben weißem Brot und 5 g Margarine (insgesamt 250 kcal). 150 ml Wasser werden direkt nach der Testmahlzeit eingenommen. Das Eigelb wird mit 100 mg ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure vermischt und wird separat vom Eiweiß angebraten. Die Mahlzeit sollte innerhalb von 10 Minuten eingenommen werden. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme der ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure, alle 5 Minuten innerhalb der ersten 30 Minuten und alle 15 Minuten innerhalb der nächsten 210 Minuten (3,5 h) danach entnommen. Die Anreicherung von ^{13}C in der Atemluft wird mittels IRMS bestimmt. Eine Gleichung die die aus den Messwerten resultierende Kurve beschreibt, lässt sich über eine Kurvenanpassung von zwei nicht-linearen Regressionsgleichungen ermitteln, bei der der Prozentsatz des in der Atemluft gemessenen ^{13}C Wertes pro Minute sowie der kumulative Prozentsatz an ^{13}C in der Atemluft angepasst wird. Aus dieser Gleichung lässt sich die Halbwertszeit der Magenentleerung, die lag-Periode sowie der Magenentleerungskoeffizient (GEC) berechnen.

Kinder: Ein Pfannkuchen wird aus 5 g Zucker, 12,5 g Mehl, 10 g Vollmilch und einem Ei hergestellt (150 kcal). Die Hälfte des Eigelbs wird mit 50 mg ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure vermischt und separat angebraten. Einnahme des Essens, Atemprobenentnahme sowie die Berechnungen erfolgen wie oben beschrieben für Erwachsene.

Neugeborene: Ein Volumen an Wasser, das normalerweise von dem Baby eingenommen wird, wird erhitzt und zusammen mit 50 mg ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure und 1 g Polyethylenglykol 3350 vermischt und gekocht. Die entsprechende Menge an Milchpulver wird hinzugegeben und die Flasche im Kühlschrank über Nacht gelagert. Das Neugeborene bekommt die Testmahlzeit zur üblichen Zeit der ersten Fütterung, wodurch eine Fastenzeit von 3 Stunden ermöglicht wird. Die Testmahlzeit wird vor der Einnahme noch einmal aufgekocht und abgekühlt. Die Atemprobe wird entnommen, indem eine Nasengabel vorsichtig in den Nasenrachenraum geführt wird. 10ml ausgeatmete Luft wird langsam während der Ausatemungsphase in eine Spritze aufgezogen. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme der ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure, alle 5 Minuten innerhalb der ersten 30 Minuten und alle 15 Minuten innerhalb der nächsten 210 Minuten (3,5 h) danach entnommen. Die Berechnung erfolgt wie oben beschrieben für Erwachsene.

■ Interpretation der Testergebnisse

Es ist sinnvoll, eigene interne Kontrollwerte zu bestimmen. Die Kontrollwerte hängen von der Altersgruppe und der verwendeten Testmahlzeit ab.

■ Vorsichtsmaßnahmen

Bis jetzt wurden für den ($1\text{-}^{13}\text{C}$)-Octansäure Atemtest keine Gegenanzeigen beschrieben.

■ Zusammenfassung

	Dosis	Proben	
Erwachsenen	100 mg (1- ¹³ C)-Octansäure	2	vor der Einnahme
		6	Alle 5 Minuten innerhalb der ersten 30 Minuten nach Einnahme (0,5 Stunden)
		14	Alle 15 Minuten innerhalb der nächsten 210 Minuten (3,5 h)
Kinder / Neugeborene	50 mg (1- ¹³ C)-Octansäure	2	Before administration
		6	Alle 5 Minuten innerhalb der ersten 30 Minuten nach Einnahme (0,5 Stunden)
		14	Alle 15 Minuten innerhalb der nächsten 210 Minuten (3,5 h)

3. Magenentleerungszeit für Flüssigkeiten - ¹³C-Natriumacetat Atemtest

■ Prinzip

¹³C-Natriumacetat enthält ein Carboxyl-Kohlenstoffatom, das mit dem stabilen Isotop ¹³C markiert ist. Nach oraler Applikation passiert ¹³C-Acetat den Magen und wird vom Dünndarm vollständig absorbiert. ¹³C-Acetat wird zu einem großen Teil oxidiert. Die Kinetik der Ausatmung von ¹³CO₂ spiegelt die Rate der Magenentleerung für den flüssigen Anteil einer Mahlzeit wieder.

■ Anwendbarkeit des ¹³C-Acetat Atemtests

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

■ Anwendung

Der ¹³C-Acetat Atemtest wird zum Nachweis von eingeschränkter Magenentleerung für Flüssigkeiten eingesetzt. Des Weiteren kann die Wirkung von Arzneimittelbehandlungen beobachtet werden.

■ Protokoll

Erwachsene: Für den ¹³C-Acetat Atemtest sollte der Patient nüchtern sein. Für die orale Applikation einer Dosis von 150 mg, wird ¹³C-Acetat mit einer flüssigen Testmahlzeit eingenommen. Die Testmahlzeit ist bis jetzt nicht standardisiert und sollte an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Zwei Atemproben werden vor der Einnahme des ¹³C-Acetats, alle 5 Minuten innerhalb der ersten 120 Minuten und alle 10 Minuten innerhalb der nächsten 120 Minuten (2 h) danach entnommen. Die Anreicherung von ¹³C in der Atemluft wird mittels IRMS bestimmt. Eine Gleichung die die aus den Messwerten resultierende Kurve beschreibt lässt sich über eine Kurvenanpassung einer nicht-linearen Regressionsgleichung ermitteln bei der der Prozentsatz des in der Atemluft gemessenen ¹³C Wertes pro Minute in der Atemluft angepasst wird. Aus dieser Gleichung lässt sich die Halbwertszeit der Magenentleerung und die lag-Periode berechnen. Aufgrund der hohen Korrelation zwischen der Halbwertszeit der Magenentleerung und der Zeit bis zum Maximum des in der Atemluft gemessenen ¹³C, ist die Zeit bis zum Maximum ein einfacher diagnostischer Parameter um die Ergebnisse der Magenentleerung zu interpretieren.

■ Interpretation der Testergebnisse

Es ist sinnvoll, eigene interne Kontrollwerte zu bestimmen. Die Kontrollwerte hängen von der Altersgruppe und der verwendeten Testmahlzeit ab. Für die Ermittlung genauer kinetischer Daten sollte die Halbwertszeit der Magenentleerung berechnet werden. Für Untersuchungszwecke ist die Zeit bis zum Maximum des in der Atemluft gemessenen ¹³C ein einfacher aber genauer Anhaltspunkt.

■ Vorsichtsmaßnahmen

Bis jetzt wurden für den ¹³C-Acetat Atemtest keine Gegenanzeigen beschrieben.

■ Zusammenfassung

	Dose	Samples	
Erwachsene	150 mg (¹³ C)-Natriumacetat	2	vor der Einnahme
		24	Alle 5 Minuten innerhalb der ersten 120 Minuten nach Einnahme (2 Stunden)
		12	Alle 10 Minuten innerhalb der nächsten 120 Minuten (2 h)

Literatur

Magen

1. Helicobacter pylori Infektion - ¹³C-Urea Atemtest

■ Empfohlene Literatur

1. Dulbecco P, Gambaro C, Bilardi C, Zentilin P, Mele MR, Mansi C, Biagini R, Tessieri L, Iiritano E, Usai P, Vigneri S, Savarino V. Impact of long-term ranitidine and pantoprazole on accuracy of [¹³C]urea breath test. *Dig Dis Sci.* 2003 Feb;48(2):315-21.
2. Gatta L, Vakil N, Ricci C, Osborn JF, Tampieri A, Perna F, Miglioli M, Vaira D. A rapid, low-dose, ¹³C-urea tablet for the detection of Helicobacter pylori infection before and after treatment. *Aliment Pharmacol Ther.* 2003 Mar;17(6):793-8.
3. Schmidt G. Carbon isotope analysis in urea at high ¹³C-abundances using the ¹³/¹²CO₂-breath test device FANci2. *Isotopes Environ Health Stud.* 2002 Sep;38(3):185-8.
4. Opekun AR, Abdalla N, Sutton FM, Hammoud F, Kuo GM, Torres E, Steinbauer J, Graham DY. Urea breath testing and analysis in the primary care office. *J Fam Pract.* 2002 Dec;51(12):1030-2.
5. Wong WM, Lam SK, Lai KC, Chu KM, Xia HH, Wong KW, Cheung KL, Lin SK, Wong BC. A rapid-release 50-mg tablet-based ¹³C-urea breath test for the diagnosis of Helicobacter pylori infection. *Aliment Pharmacol Ther.* 2003 Jan;17(2):253-7.
6. Saltik IN, Demir H, Kocak N, Ozen H, Gurakan F, Yuce A. Diagnostic accuracy of ¹³C-urea breath test for Turkish children with Helicobacter pylori infection. *Am J Gastroenterol.* 2003 Jan;98(1):222-3.
7. Chua TS, Fock KM, Teo EK, Ng TM. Validation of ¹³C-urea breath test for the diagnosis of Helicobacter pylori infection in the Singapore population. *Singapore Med J.* 2002 Aug;43(8):408-11.
8. Canete A, Abunaji Y, Alvarez-Calatayud G, DeVicente M, Gonzalez-Holguera JA, Leralta M, Pajares JM, Gisbert JP. Breath Test Using A Single 50-mg Dose of ¹³C-Urea to Detect Helicobacter pylori Infection in Children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2003 Jan;36(1):105-11.
9. Perri F, Manes G, Neri M, Vaira D, Nardone G. Helicobacter pylori antigen stool test and ¹³C-urea breath test in patients after eradication treatments. *Am J Gastroenterol.* 2002 Nov;97(11):2756-62.
10. Kurpad AV, Ajami A, Young VR. ¹³C breath tests in infections and beyond. *Food Nutr Bull.* 2002 Sep;23(3 Suppl):21-9.
11. Isomoto H, Inoue K, Shikuwa S, Furusu H, Nishiyama T, Omagari K, Mizuta Y, Murase K, Murata I, Enjoji A, Kanematsu T, Kohno S. Five minute endoscopic urea breath test with 25 mg of (¹³)C-urea in the management of Helicobacter pylori infection. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2002 Oct;14(10):1093-100.
12. Gee I, Playford RJ, Turner D, Sheldon N, Wicks AC. Cost analysis of breath test versus endoscopy for dyspepsia. *Digestion.* 2002;65(4):207-12.
13. Perri F, Ricciardi R, Merla A, Piepoli A, Gasperi V, Quitadamo M, Andriulli A. Appropriateness of urea breath test: a prospective observational study based on Maastricht 2000 guidelines. *Aliment Pharmacol Ther.* 2002 Aug;16(8):1443-7.

14. Leung WK, Hung LC, Kwok CK, Leong RW, Ng DK, Sung JJ. Follow up of serial urea breath test results in patients after consumption of antibiotics for non-gastric infections. *World J Gastroenterol.* 2002 Aug;8(4):703-6.
15. Kato S, Ozawa K, Konno M, Tajiri H, Yoshimura N, Shimizu T, Fujisawa T, Abukawa D, Minoura T, Iinuma K. Diagnostic accuracy of the ¹³C-urea breath test for childhood *Helicobacter pylori* infection: a multicenter Japanese study. *Am J Gastroenterol.* 2002 Jul;97(7):1668-73.
16. Kubota K, Shimoyama S, Shimizu N, Noguchi C, Mafune K, Kaminishi M, Tange T. Studies of ¹³C-urea breath test for diagnosis of *Helicobacter pylori* infection in patients after partial gastrectomy. *Digestion.* 2002;65(2):82-6.
17. Herold R, Becker M. ¹³C-urea breath test threshold calculation and evaluation for the detection of *Helicobacter pylori* infection in children. *BMC Gastroenterol.* 2002 May 6;2(1):12.
18. Franceschi F, Armuzzi A, Cremonini F, Carloni E, Zocco MA, Di Caro S, Padalino C, Genta RM, Pola P, Gasbarrini G, Gasbarrini A. Delta¹³CO₂ excretion and expression of dyspeptic symptoms in patients evaluated for *Helicobacter pylori* infection by [¹³C] urea breath test. *Dig Dis Sci.* 2002 Apr;47(4):804-8.
19. Hegedus O, Ryden J, Rehnberg AS, Nilsson S, Hellstrom PM. Validated accuracy of a novel urea breath test for rapid *Helicobacter pylori* detection and in-office analysis. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2002 May;14(5):5¹³-20.
20. Bode G, Hoffmeister A, Koenig W, Brenner H, Rothenbacher D. Characteristics of differences in *Helicobacter pylori* serology and ¹³C-urea breath-testing in an asymptomatic sample of blood donors. *Scand J Clin Lab Invest.* 2001;61(8):603-8.
21. Yoshimura N, Tajiri H, Sawada A, Kozaiwa K, Ida S, Fujisawa T, Konno M, Kato S. A ¹³C-urea breath test in children with *Helicobacter pylori* infection: assessment of eradication therapy and follow-up after treatment. *J Gastroenterol.* 2001 Sep;36(9):606-11.
22. Chen X, Haruma K, Kamada T, Hartori N, Yoshihara M, Kitadai Y, Tanaka S, Sumii K, Chayama K. A low ¹³C-urea breath test value is associated with increased risk of gastric cancer. *J Gastroenterol.* 2001 Sep;36(9):601-5.
23. Yeh JL, Peng YC, Tung CF, Chen GH, Chow WK, Chang CS, Yeh HZ, Poon SK. Role of *Helicobacter pylori* in cirrhotic patients with dyspepsia: a ¹³C-urea breath test study. *Adv Ther.* 2001 May-Jun;18(3):140-50.
24. Wong WM, Wong BC, Li TM, Wong KW, Cheung KL, Fung FM, Xia HH, Lam SK. Twenty-minute 50 mg ¹³C-urea breath test without test meal for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection in Chinese. *Aliment Pharmacol Ther.* 2001 Sep;15(9):1499-504.
25. Leodolter A, Wolle K, Malfertheiner P. Current standards in the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection. *Dig Dis.* 2001;19(2):116-22. Review.
26. Gisbert JP, Vazquez MA, Jimenez I, Cruzado AI, Carpio D, Del Castillo E, Martin MJ, Morales A, Pajares R, Rodriguez A, Pajares JM. ¹³C-urea breath test for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection before treatment: is citric acid necessary? *Dig Liver Dis.* 2000 Jan-Feb;32(1):20-4.
27. Malaty HM, Logan ND, Graham DY, Ramchatesingh JE, Reddy SG. *Helicobacter pylori* infection in asymptomatic children: comparison of diagnostic tests. *Helicobacter.* 2000 Sep;5(3):155-9.

28. Sheu BS, Lee SC, Yang HB, Kuo AW, Wang YL, Shiesh SC, Wu JJ, Lin XZ. Selection of lower cutoff point of [¹³C]urea breath test is helpful to monitor H. pylori eradication after proton pump inhibitor-based triple therapy. *Dig Dis Sci.* 2000 Jul;45(7):1330-6.
29. Suto G, Vincze A, Pakodi F, Hunyady B, Karadi O, Garamszegi M, Laszlo T, Mozsik G. ¹³C-Urea breath test is superior in sensitivity to detect Helicobacter pylori infection than either antral histology or rapid urease test. *J Physiol Paris.* 2000 Mar- Apr;94(2):153-6.
30. Peng NJ, Hsu PI, Lee SC, Tseng HH, Huang WK, Tsay DG, Ger LP, Lo GH, Lin CK, Tsai CC, Lai KH. A 15-minute [¹³C]-urea breath test for the diagnosis of Helicobacter pylori infection in patients with non-ulcer dyspepsia. *J Gastroenterol Hepatol.* 2000 Mar;15(3): 284-9.
31. Bazzoli F, Cecchini L, Corvaglia L, Dall'Antonia M, De Giacomo C, Fossi S, Casali LG, Gullini S, Lazzari R, Leggeri G, Lerro P, Valdambri V, Mandrioli G, Marani M, Martelli P, Miano A, Nicolini G, Oderda G, Pazzi P, Pozzato P, Ricciardiello L, Roda E, Simoni P, Sottili S, Zagari RM. Validation of the ¹³C-urea breath test for the diagnosis of Helicobacter pylori infection in children: a multicenter study. *Am J Gastroenterol.* 2000 Mar;95(3):646-50.
32. Riepl RL, Folwaczny C, Otto B, Klauser A, Blendinger C, Wiebecke B, Konig A, Lehnert P, Heldwein W. Accuracy of ¹³C-urea breath test in clinical use for diagnosis of Helicobacter pylori infection. *Z Gastroenterol.* 2000 Jan;38(1):13-9.
33. Kindermann A, Demmelmair H, Koletzko B, Krauss-Etschmann S, Wiebecke B, Koletzko S. Influence of age on ¹³C-urea breath test results in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2000 Jan;30(1):85-91.
34. Vincent P, Michaud L, Martin de Lasalle E, Benon B, Turck D, Gottrand F. ¹³C-urea breath test and gastric mucosal colonization by Helicobacter pylori in children: quantitative relation and usefulness for diagnosis of infection. *Helicobacter.* 1999 Dec;4(4):233-7.
35. Corvaglia L, Bontems P, Devaster JM, Heimann P, Glupczynski Y, Keppens E, Cadranet S. Accuracy of serology and ¹³C-urea breath test for detection of Helicobacter pylori in children. *Pediatr Infect Dis J.* 1999 Nov;18(11):976-9.
36. Connor SJ, Seow F, Ngu MC, Katelaris PH. The effect of dosing with omeprazole on the accuracy of the ¹³C-urea breath test in Helicobacter pylori-infected subjects. *Aliment Pharmacol Ther.* 1999 Oct;13(10):1287-93.
37. Connor SJ, Ngu MC, Katelaris PH. The impact of short-term ranitidine use on the precision of the ¹³C-urea breath test in subjects infected with Helicobacter pylori. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 1999 Oct;11(10):1135-8.
38. Colaiocco Ferrante L, Papponetti M, Marcuccitti J, Neri M, Festi D. ¹³C-urea breath test for helicobacter pylori infection: stability of samples over time. *Scand J Gastroenterol.* 1999 Sep;34(9):942-3.
39. Bravo LE, Realpe JL, Campo C, Mera R, Correa P. Effects of acid suppression and bismuth medications on the performance of diagnostic tests for Helicobacter pylori infection. *Am J Gastroenterol.* 1999 Sep;94(9):2380-3.
40. Zagari RM, Bazzoli F, Pozzato P, Fossi S, De Luca L, Nicolini G, Berretti D, Roda E. Review article: non-invasive methods for the diagnosis of Helicobacter pylori infection. *Ital J Gastroenterol Hepatol.* 1999 Jun-Jul;31(5):408-15.

2. Magenentleerungszeit für feste Nahrung - ¹³C-Octansäure Atemtest (Leuven Model)

■ Empfohlene Literatur

1. Bromer MQ, Kantor SB, Wagner DA, Knight LC, Maurer AH, Parkman HP. Simultaneous measurement of gastric emptying with a simple muffin meal using [¹³C]octanoate breath test and scintigraphy in normal subjects and patients with dyspeptic symptoms. *Dig Dis Sci.* 2002 Jul;47(7): 1657-63.
2. Gonlachanvit S, Chey WD, Goodman KJ, Parkman HP. Effect of meal size and test duration on gastric emptying and gastric myoelectrical activity as determined with simultaneous [¹³C]octanoate breath test and electrogastronomy in normal subjects using a muffin meal. *Dig Dis Sci.* 2001 Dec;46(12):2643-50.
3. Ritz MA, Fraser R, Edwards N, Di Matteo AC, Chapman M, Butler R, Cmielewski P, Tournadre JP, Davidson G, Dent J. Delayed gastric emptying in ventilated critically ill patients: measurement by ¹³C-octanoic acid breath test. *Crit Care Med.* 2001 Sep;29(9):1744-9.
4. Mion F, Ecochard R, Guitton J, Ponchon T. (¹³CO₂) breath tests: comparison of isotope ratio mass spectrometry and non-dispersive infrared spectrometry results. *Gastroenterol Clin Biol.* 2001 Apr;25(4):375-9.
5. Kulik W, van Weissenbruch MM, Menelik N, Cranendonk A, Kneepkens CM, Lafeber HN. Improved use of the [¹³C]octanoic acid breath test as intra-individual parameter to study the effect of a prokinetic drug on gastric emptying in preterm infants with oral feeding intolerance. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl.* 2001 Jan 5;750(1):147-53.
6. Chey WD, Shapiro B, Zawadski A, Goodman K. Gastric emptying characteristics of a novel (¹³C)-octanoate-labeled muffin meal. *J Clin Gastroenterol.* 2001 May-Jun;32(5): 394-9.
7. Kim DY, Myung SJ, Camilleri M. Novel testing of human gastric motor and sensory functions: rationale, methods, and potential applications in clinical practice. *Am J Gastroenterol.* 2000 Dec;95(12):3365-73. Review.
8. Cappello G, Malatesta MG, Ferri A, Ciccaglione AF, Toracchio S, Grossi L, Marzio L. Gastric emptying of a solid-liquid meal measured with ¹³C octanoic acid breath test and real-time ultrasonography: a comparative study. *Am J Gastroenterol.* 2000 Nov;95(11):3097-100.
9. Peracchi M, Gebbia C, Ogliari C, Fraquelli M, Viganò R, Baldassarri A, Bianchi PA, Conte D. Influence of caloric intake on gastric emptying of solids assessed by ¹³C-octanoic acid breath test. *Scand J Gastroenterol.* 2000 Aug;35(8):814-8.
10. Robertson MD, Mathers JC. Gastric emptying rate of solids is reduced in a group of ileostomy patients. *Dig Dis Sci.* 2000 Jul;45(7):1285-92.
11. Delbende B, Perri F, Couturier O, Leodolter A, Mauger P, Bridgi B, Bizais Y, des Varannes SB, Andriulli A, Galmiche JP. ¹³C-octanoic acid breath test for gastric emptying measurement. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2000 Jan;12(1):85-91.
12. Van Den Driessche M, Peeters K, Marien P, Ghos Y, Devlieger H, Veereman-Wauters G. Gastric emptying in formula-fed and breast-fed infants measured with the ¹³C-octanoic acid breath test. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1999 Jul;29(1):46-51.
13. Barnett C, Snel A, Omari T, Davidson G, Haslam R, Butler R. Reproducibility of the ¹³C-octanoic acid breath test for assessment of gastric emptying in healthy preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1999 Jul;29(1):26-30.

14. Perri F, Clemente R, Festa V, Quitadamo M, Niro G, Andriulli A. ¹³C-octanoic acid breath test: a reliable tool for measuring gastric emptying. *Ital J Gastroenterol Hepatol.* 1998 Apr;30(2):211-7. Review.
15. Verhagen MA, Samsom M, Maes B, Geypens BJ, Ghos YF, Smout AJ. Effects of a new motilide, ABT-229, on gastric emptying and postprandial antroduodenal motility in healthy volunteers. *Aliment Pharmacol Ther.* 1997 Dec;11(6):1077-86.
16. Choi MG, Camilleri M, Burton DD, Zinsmeister AR, Forstrom LA, Nair KS. Reproducibility and simplification of ¹³C-octanoic acid breath test for gastric emptying of solids. *Am J Gastroenterol.* 1998 Jan;93(1):92-8.
17. Choi MG, Camilleri M, Burton DD, Zinsmeister AR, Forstrom LA, Nair KS. [¹³C]octanoic acid breath test for gastric emptying of solids: accuracy, reproducibility, and comparison with scintigraphy. *Gastroenterology.* 1997 Apr;112(4):1155-62.
18. Veereman-Wauters G, Ghos Y, van der Schoor S, Maes B, Hebbalkar N, Devlieger H, Eggermont E. The ¹³C-octanoic acid breath test: a noninvasive technique to assess gastric emptying in preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1996 Aug;23(2):111-7.
19. Ziegler D, Schadewaldt P, Pour Mirza A, Piolot R, Schommartz B, Reinhardt M, Vosberg H, Brosicke H, Gries FA. [¹³C]octanoic acid breath test for non-invasive assessment of gastric emptying in diabetic patients: validation and relationship to gastric symptoms and cardiovascular autonomic function. *Diabetologia.* 1996 Jul;39(7):823-30.
20. Maes BD, Ghos YF, Rutgeerts PJ, Hiele MI, Geypens B, Vantrappen G. [¹³C]octanoic acid breath test to measure gastric emptying rate of solids. *Dig Dis Sci.* 1994 Dec;39(12 Suppl):104S-106S.
21. Maes BD, Ghos YF, Geypens BJ, Mys G, Hiele MI, Rutgeerts PJ, Vantrappen G. Related Articles Combined carbon-¹³-glycine/carbon-14-octanoic acid breath test To monitor gastric emptying rates of liquids and solids. *J Nucl Med.* 1994 May;35(5):824-31.
22. Maes BD, Hiele MI, Geypens BJ, Rutgeerts PJ, Ghos YF, Vantrappen G. Related Articles Pharmacological modulation of gastric emptying rate of solids as measured by the carbon labelled octanoic acid breath test: influence of erythromycin and propantheline. *Gut.* 1994 Mar;35(3):333-7.
23. Ghos YF, Maes BD, Geypens BJ, Mys G, Hiele MI, Rutgeerts PJ, Vantrappen G. Related Articles Measurement of gastric emptying rate of solids by means of a carbon-labeled octanoic acid breath test. *Gastroenterol.* 1993 Jun;104(6):1640-7.

3. Magenentleerungszeit für Flüssigkeiten - ¹³C-Natriumacetat Atemtest

■ Empfohlene Literatur

1. Shimamoto C, Hirata I, Hiraike Y, Takeuchi N, Nomura T, Katsu K. Evaluation of gastric motor activity in the elderly by electrogastrography and the ¹³C-Acetate breath test. *Gerontology*. 2002 Nov-Dec;48(6):381-6.
2. Urita Y, Hike K, Torii N, Kikuchi Y, Sasajima M, Miki K. Efficacy of lactulose plus ¹³C-acetate breath test in the diagnosis of gastrointestinal motility disorders. *J Gastroenterol*. 2002;37(6):442-8
3. Gonzalez A, Mugueta C, Parra D, Labayen I, Martinez A, Varo N, Monreal I, Gil MJ. Characterisation with stable isotopes of the presence of a lag phase in the gastric emptying of liquids. *Eur J Nutr*. 2000 Oct;39(5):224-8.
4. van Nieuwenhoven MA, Wagenmakers AJ, Senden JM, Brouns F, Brummer RJ. Performance of the [¹³C]-acetate gastric emptying breath test during physical exercise. *Eur J Clin Invest*. 1999 Nov;29(11):922-8.
5. Mudambo KS, Leese GP, Rennie MJ. Gastric emptying in soldiers during and after field exercise in the heat measured with the [¹³C]acetate breath test method. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;75(2):109-14.
6. Braden B, Adams S, Duan LP, Orth KH, Maul FD, Lembcke B, Hor G, Caspary WF. The [¹³C]acetate breath test accurately reflects gastric emptying of liquids in both liquid and semisolid test meals. *Gastroenterology*. 1995 Apr;108(4):1048-55.
7. Leese GP, Bowtell J, Mudambo S, Reynolds N, Thompson J, Srimgeour CM, Rennie MJ. Post-exercise gastric emptying of carbohydrate solutions determined using the ¹³C-Acetate breath test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;71(4):306-10.
8. Mossi S, Meyer-Wyss B, Beglinger C, Schwizer W, Fried M, Ajami A, Brignoli R. Gastric emptying of liquid meals measured noninvasively in humans with ¹³C-Acetate breath test. *Dig Dis Sci*. 1994 Dec;39(12 Suppl):107S-109S.